Postverlagsort Würzburg 2

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

BEGRÜNDET VON A. BERLINER UND C. THESING

UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON

ERICH v. HOLST

HERAUSGEGEBEN VON

ERNST LAMLA

BEIRAT:

J. BARTELS · E. BEDERKE · H. BROCKMANN · P. TEN BRUGGENCATE · C. W. CORRENS · H. J. DEUTICKE
H. v. FICKER · R. GRAMMEL · O. HAHN · R. HARDER · M. HARTMANN · W. HEISENBERG · K. HENKE
A. KUHN · M. v. LAUE · H. MARTIUS · R. W. POHL

ORGAN DER MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN
ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

40. JAHRGANG **HEFT 21** (ERSTES NOVEMBERHEFT) **1953**

INHALT:

Seite

AUFSÄTZE.

Fortschritte im Problem der Sternentstehung. Von P. JORDAN 541

BERICHTE.

Die Funktion der Glutaminsäure im Nervengewebe. Von H. WEIL-MALHERBE 545

KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN.

Über einen Hochstrombogen sehr hoher Temperatur und extrem kleiner Brennspannung. Von G. BUSZ und W. FINKELNBURG 550
A Combination of Electron Microscopy and Diffraction. Von S. YAMAGUCHI 551
Elektronenmikroskopische Untersuchungen über den Oxydationsvorgang von Metallen. Von G. PFEFFERKORN . . 551
Knickschwingungen der OH-Gruppe im Gitter von Hydroxyden. Von O. GLEMSER und E. HARTERT 552
Zur Synthese höhermolekularer Polypeptide. Von H. BROCKMANN und H. MUSSO 553
Trennung von Alkaloiden durch Papierelektrophorese. Von W. DECKERS und J. SCHREIBER 553
Über den Nachweis einiger Isonicotinsäure- und Nicotinsäureabkömmlinge auf Filtrierpapier. Von F. LEUSCHNER . . 554
Zur Frage der Bedeutung biologischer Red-Oxsysteme. (Vorläufige Mitteilung.) Von J. SCHOLE 555
Möglicher Wirkungsmechanismus der Biotin-Wirkung weißer Watte. Von R. FISCHER 555
Der „Tribolium-Imago-Faktor" (TIF) durch Carnitin ersetzbar. Von G. FRÖBRICH 556
Die Caseindosierung in synthetischen Diäten für die Aufzucht von Tribolium confusum Duv. (Tenebrionidae, Coleoptera). Von G. FRÖBRICH 556
Metachromasy of living bacterial suspensions. Von L. MASSART 556
Das symbiontische Bakterium in *Pelomyxa palustris* GREEFF II. Von M. LEINER und M. WOHLFEIL 557
Die DNS-Synthese im Wurzelmeristem von Vicia faba. Von E. GRUNDMANN und H. MARQUARDT 557
Histologische Veränderungen in Milz und Leber von Albinoratten nach Vitamin B_{12}-Gaben und Kobaltfütterung. Von H. GEBAUER 558
Substanz P im Zentralnervensystem des Rindes. Von G. ZETTLER und L. SCHLOSSER 559
Zur Genetik des LEWIS-Systems. Von R. GRUBB 560

BESPRECHUNGEN.

H. G. WINKLER, Struktur und Eigenschaften der Krystalle. (Ref.: J. GOUBEAU) 561
H. A. STUART, Die Physik der Hochpolymeren. (Ref.: J. GOUBEAU) 561
F. KAINER, Chemische Technologie der Kunststoffe in Einzeldarstellungen. Polyvinylchlorid und Vinylchlorid-Mischpolymerisate. (Ref.: TROMMSDORFF) 562
SILLEN, L. GUNNAR, P. W. LANGE and C. O. GABRIELSON, Problems in Physical Chemistry. (Ref.: K. F. BONHOEFFER) . 562
O. STOCKER, Grundriß der Botanik. (Ref.: R. KNAPP) . . . 562
H. N. MOLDENKE and A. L. MOLDENKE (N. Y. Botanical Garden), Plants of the Bible. (Ref.: KÜSTER) 562
P. FILZER, Die natürlichen Grundlagen des Pflanzenertrags in Mitteleuropa. (Ref.: W. SIMONIS) 563
H. LINSER, Das Problem des Todes. (Ref.: R. EHRENBERG) . 563
C. A. COULSON, Valence. (Ref.: TH. FÖRSTER) 564
H. DRIESCH, Lebenserinnerungen. (Ref.: B. HASSENSTEIN) . 564
A. WENZL (Herausgeber), Hans Driesch — Persönlichkeit und Bedeutung für Biologie und Philosophie von heute 564

C.H.F. Müller Aktiengesellschaft Hamburg Röntgenwerk

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Begründet 1913 von *A. Berliner* und *C. Thesing*. 1934/35 herausgegeben von *H. Matthée*, 1936—1944 herausgegeben von *F. Süffert*, 1945—1949 herausgegeben von *A. Eucken*.

Beilage: „Mitteilungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte".

Bildet die Fortsetzung der „Naturwissenschaftlichen Rundschau". Begründet 1886 und bis 1912 (Jahrgang 27) herausgegeben von *J. Bernstein, V. Meyer, B. Schwalbe, W. Sklarek* u. a. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn.

Organ der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte und Organ der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, (seit 1948) Organ der Max-Planck-Gesellschaft.

Die **„Naturwissenschaften"** erscheinen zweimal monatlich. Bestellungen nimmt jede Buchhandlung, in den Westzonen auch jedes Postamt entgegen. Preis vierteljährlich 15.— DM, für das einzelne Heft 3.— DM, zuzüglich Postgebühren. Die Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte erhalten die Zeitschrift im Abonnement mit einem Nachlaß von 20%. Für Studierende der Naturwissenschaften ermäßigt sich der Bezugspreis auf vierteljährlich 11.25 DM zuzüglich Zustellgebühren. Lieferung läuft weiter, wenn nicht vier Wochen vor Quartalsschluß abbestellt wird. Der Bezugspreis ist im voraus zahlbar.

Nachdruck: Es wird ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, daß mit der Annahme des Manuskripts und seiner Veröffentlichung durch den Verlag das ausschließliche Verlagsrecht für alle Sprachen und Länder an den Verlag übergeht. Grundsätzlich dürfen nur Arbeiten eingereicht werden, die vorher weder im Inland noch im Ausland veröffentlicht worden sind und die auch nachträglich nicht anderweitig zu veröffentlichen der Autor sich verpflichtet.

Es ist ferner ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages nicht gestattet, photographische Vervielfältigungen, Mikrofilme, Mikrophote u. ä. von den Zeitschriftenheften, von einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.

Sonderdrucke: Den Verfassern von Originalbeiträgen und Kurzen Originalmitteilungen stehen 75 Exemplare kostenfrei zur Verfügung.

Anzeigen werden von der Anzeigenabteilung des Verlages (Berlin W 35, Reichpietschufer 20 [Britischer Sektor], Tel. 249251) angenommen. Die Preise wolle man unter Angabe der Größe und des Platzes erfragen.

Vertriebs-Vertretung im Ausland:
Lange, Maxwell & Springer Ltd., 242 Marylebone Road, London N.W. 1

Springer-Verlag
Berlin · Göttingen · Heidelberg

Redaktionelle Hinweise.

I. Allgemeines.

1. Bei der Einsendung von Manuskripten an „Die Naturwissenschaften" bittet die Redaktion die Herren Autoren, stets im Auge zu behalten, daß die Zeitschrift in erster Linie den Wünschen und Interessen des weiten Kreises ihrer Leser zu dienen hat und daß daher ihnen gegenüber Sonderwünsche der Herren Autoren in bezug auf Inhalt, Form und Umfang ihrer Veröffentlichung zurücktreten müssen, falls die Redaktion dies für erforderlich hält.

2. Vor allem bittet die Redaktion, von der Einsendung von Aufsätzen Abstand zu nehmen, die nur für einen eng begrenzten Leserkreis verständlich und von Interesse sind und die daher in einer Fachzeitschrift ihren richtigen Platz haben. Ausnahmen bilden knapp gefaßte Schilderungen der Ergebnisse eben fertiggestellter Arbeiten; für diese ist die Rubrik „KOM" („Kurze Originalmitteilungen") vorgesehen. Wegen Platzmangels sind allerdings auch hier gewisse Einschränkungen nötig. In bezug auf den Inhalt: Angenommen werden können nur wirklich wichtige Arbeiten (z. B. keine bloßen Analogiearbeiten). In bezug auf den Umfang: Im Durchschnitt kann für eine einzelne KOM nur der Raum einer Spalte (etwa 1000 Silben) zur Verfügung gestellt werden.

3. Die KOM erscheinen „unter ausschließlicher Verantwortung der Autoren". Eine wissenschaftlich-kritische Stellungnahme der Herausgeber zu ihrem Inhalt erfolgt nicht. Die Redaktion prüft lediglich, ob ein genügendes Allgemein-Interesse vorliegt.

4. „Kurze Originalmitteilungen" aus dem englischen und französischen Sprachgebiet können in der Originalsprache veröffentlicht werden.

II. Spezielle Hinweise.

Alle Sendungen und Zeitschriften sind zu richten an:

Redaktion der Naturwissenschaften,
(20b) Göttingen, Theaterplatz 10, Fernsprecher 3371.

In sämtlichen Fällen erhalten die Autoren eine Bestätigung über das Eintreffen von Manuskripten sowie über deren Annahme oder Ablehnung. In den Aufsätzen sind seltene und nur einem kleinen Leserkreis verständliche Fachausdrücke nach Möglichkeit zu vermeiden oder in einer Fußnote kurz zu erläutern. Literaturzitate sind fortlaufend zu numerieren; die angeführten Arbeiten werden dann in einem Literaturverzeichnis am Schluß der Arbeit zusammengestellt. Bei Erläuterung des Textes durch Figuren ist überflüssiger Aufwand zu vermeiden. Figurenvorlagen für Strichätzungen sind so sorgfältig herzustellen, daß nach ihnen ohne weitere Rückfragen Reinzeichnungen angefertigt werden können. Diese werden zur Zeitersparnis den Autoren im allgemeinen nicht vorgelegt, sondern seitens der Redaktion kontrolliert.

Photographische Abbildungen (Autotypien) können gebracht werden, soweit sachlich erforderlich. In vielen Fällen läßt sich jedoch das Wesentliche durch eine (leichter reproduzierbare) Zeichnung ebenso gut zeigen.

Korrekturen.

Die Autoren der Aufsätze, Berichte und Buchbesprechungen erhalten eine Fahnenkorrektur, deren umgehende Erledigung und Rücksendung erbeten wird.

Bei den KOM wird zur Beschleunigung des Erscheinens die Korrektur von Text und Abbildungen von der Redaktion besorgt, soweit nicht der Autor bei Einsendung des Manuskriptes ausdrücklich den Wunsch äußert, diese Arbeit selbst vorzunehmen. Bei KOM ohne Figuren soll hierdurch das Erscheinen innerhalb 4 Wochen nach Eingang bei der Redaktion ermöglicht werden.

Besprechungsexemplare.

Es wird gebeten, von der unverlangten Zusendung von Büchern, besonders kleineren Broschüren und Zeitschriften-Heften, abzusehen und zunächst eine Anfrage an die Redaktion zu richten, die dann von sich aus Exemplare anfordern wird. — Für die Rückgabe unverlangter Sendungen kann keine Gewähr übernommen werden.

Gegenstromverteilung

Von Privatdozent Dr. **H. M. Rauen** und Dr. **W. Stamm.** (Anleitungen für die chemische Laboratoriumspraxis, Bd. VI.) Mit 65 Abbildungen. VII, 81 Seiten. 1953. DM 12.80

Inhaltsübersicht: I. Einleitung. II. Der Nernstsche Verteilungssatz. III. Theorie der Verteilung. IV. Experimentelle Bestimmung des Verteilungskoeffizienten und Analyse von Gegenstromverteilungen. V. Das Verfahren. VI. Die verschiedenen Methoden der Gegenstromverteilung. VII. Die mathematische Behandlung der Gegenstromverteilung. VIII. Die Leistungsfähigkeit der Gegenstromverteilung. IX. Anwendungsbeispiele. Literatur. Sachverzeichnis.

Die Gegenstromverteilung, eine Methode, die erst vor wenigen Jahren in den USA entwickelt wurde, ist heute aus dem Schatz der Laboratoriumsmethoden nicht mehr wegzudenken. Sie erlaubt die Trennung winziger Mengen von Substanzgemischen ohne Veränderung der Komponenten und hat in der analytischen, organischen, biologischen Chemie, aber auch in der präparativen Chemie (Chemie der Naturstoffe!) tausendfache Anwendung gefunden. In vorliegender Monographie, der ersten über diesen Gegenstand überhaupt, entwickeln die Verfasser die theoretischen Grundlagen und geben, gestützt auf zahlreiche praktische Beispiele, die unmittelbar nachgearbeitet werden können, einen Überblick über den Bereich der Anwendbarkeit der Methode.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Jahrgang 40 Heft 21 (Erstes Novemberheft) 1953

Fortschritte im Problem der Sternentstehung.

Von P. JORDAN, Hamburg.

Die Astronomie steht heute offensichtlich in einem Entwicklungsabschnitt geradezu stürmischen Fortschreitens — vergleichbar den explosionsartigen Entfaltungen, die wir zu unseren Lebzeiten in der Atomphysik und etwas später in der Kernphysik beobachten konnten. Neue Instrumente und teilweise grundsätzlich neue Methoden der Beobachtung erlauben ungeahnte Bereicherungen der empirischen Feststellungen; und die Atomphysik und Kernphysik gab in der Entwicklung der letzten Zeit zuverlässige Unterlagen einer bis auf feinste Einzelheiten eingehenden Deutung der Befunde. Wichtige, aus dem astronomischen Erfahrungsmaterial unmittelbar erwachsene Erkenntnisse sind hinzugetreten.

So scheint die Hoffnung berechtigt, daß wir im Laufe der nächsten Jahre auch allmählich Gewißheit erhalten werden über die Vorgänge, welche zur *Entstehung von Sternen* führen oder geführt haben. Die seit kurzem bekanntgewordenen Tatsachen engen immerhin schon die Beurteilung dieser Fragen wesentlich ein, obwohl sie zur Zeit noch nicht ausreichen, eine sichere Antwort zu begründen.

Die meisten Astronomen sind ja geneigt, die alte Vorstellung einer Sternentstehung durch Kondensation von Gas und Staub als die naturgemäße Erklärungsweise anzusehen, weniger aus empirischen Gründen, als deswegen, weil gewissermaßen a priori keine andere Möglichkeit in Betracht zu kommen schien. Der Verfasser hat jedoch darauf hingewiesen, daß man auch ganz andere Vorgänge in Erwägung ziehen könnte, derart, daß die neu entstehenden Sterne herauskriechen würden aus Gebieten extremer Raumkrümmung. Solche Möglichkeiten ergeben sich nämlich dann, wenn man — einen Gedanken von DIRAC aufgreifend — die Gravitations-„Konstante" $\varkappa$ als eine in Wahrheit variable Feldgröße annimmt: Die diesbezügliche Untersuchung, deren (bislang noch sehr bruchstückhafte) Ergebnisse ich kürzlich in einem Buche zusammengefaßt habe [*1*], lehrt, daß in den fraglichen Gebieten dann der *Energiesatz* eine vom Gewohnten abweichende Form annimmt, und im Zusammenhang mit der Änderung von $\varkappa$ eine Neuerzeugung von Materie zuläßt bzw. vorschreibt.

Die Tatsache, daß neben der Kondensationstheorie der Sternentstehung auch noch andere Denkmöglichkeiten bestehen, scheint schon deshalb bemerkenswert, weil sich danach mindestens die *Frage* erhebt, ob die klassische Kondensationstheorie wirklich zutreffend sei, oder welche empirischen Beweisgründe wir für ihre Richtigkeit anführen könnten: Während vorher nach verbreiteter Ansicht gar kein Zweifel an ihrer Richtigkeit erlaubt war, wird die Erörterung der empirischen Sachlage nunmehr wesentlich spannender. Es mag deshalb erlaubt sein, hier zusammenzufassen, was wir gegenwärtig zur Frage der Sternentstehung zuverlässig sagen können. Dabei bespreche ich verschiedene Punkte nur ganz kurz, da sie in den betreffenden Paragraphen meines Buches schon erörtert sind; etwas ausführlicher soll auf solche Einzelheiten eingegangen werden, die erst im Laufe des vorigen Jahres zur Klärung gekommen sind, dem raschen Tempo der augenblicklichen Entwicklung entsprechend.

Nach BAADE unterscheidet man die beiden *Sternpopulationen* I und II: Für I sind die hellen weißen und blauen Sternklassen O und B kennzeichnend, während die in II vorhandenen Riesen sämtlich *rot* sind[1]). Population II tritt *rein* in den Kugelhaufen und in den elliptischen Nebeln auf; in den Spiralen hingegen bestehen gerade die kurzwellig hellen Spiralarme aus Population I, obwohl der Hauptanteil auch dieser Nebel ebenfalls durch die Population II gebildet wird. Unter den irregulären Nebeln gibt es Beispiele einer praktisch reinen Population I; z.B. die große MAGELLANsche Wolke.

Die von BAADE erreichte grundsätzliche Erkenntnis ist nun die, daß das Auftreten der Population I an das Vorhandensein von Dunkelmassen gebunden ist. In den Spiralnebeln sind eben die Spiralarme, optisch auffällig wegen der dortigen Häufung heller O- und B-Sterne, primär *Anhäufungen von Gaswolken*. Dieser Zusammenhang, für die extragalaktischen Nebel von BAADE aus den optischen Beobachtungstatsachen abgeleitet, ist kürzlich für unsere eigene Milchstraße die Grundlage einer Aufklärung ihrer Spiralstruktur geworden. Die junge „Radio-Astronomie", gegründet auf die Tatsache, daß unsere Lufthülle außer dem sichtbaren Spektralbereich auch die elektromagnetischen Wellenlängen von etwa 1 cm bis 10 m durchläßt, hat hier eine eindrucksvolle Probe ihrer Leistungsfähigkeit abgelegt: Die holländische radioastronomische Gruppe konnte innerhalb weniger Monate auf diesem Wege eine weitgehende Ermittlung der Spiralarme durchführen.

Kalter atomarer Wasserstoff emittiert monochromatische Strahlung der Wellenlänge 21 cm, entsprechend der Hyperfeinstrukturaufspaltung des Grundzustandes des Atoms — die Spinmomente von Proton und Elektron können parallel oder antiparallel stehen. Systematische Untersuchungen der 21 cm-Strahlung der Milchstraße ermöglichten deshalb eine Erkennung der Lage und der Bewegung der Hauptkonzentrationen des Wasserstoffgases.

Daß die Gasmassen eines Spiralnebels, von jeder beliebigen (turbulenten) Anfangsbewegung ausgehend, allmählich in eine rotatorische Bewegung übergehen und sich dabei zu Spiralarmen ordnen müssen, ist nach Überlegungen von v. WEIZSÄCKER und HEISENBERG dynamisch verständlich; die Sternpopulation I ist dann nach BAADE gewissermaßen Indikator dieser in Spiralarmen gehäuften Gasmassen; in einigen Beispielen ist nach BAADE zu erkennen, daß die Sammlung der Gasmassen erst nach einer gewissen Zwischenzeit zum Auftreten der B-Sterne führt.

[1]) Noch schärfere Kriterien der Unterscheidung liefern die in I bzw. II auftretenden Typen von Veränderlichen. Vgl. W. BAADE, Obs. Univ. Mich. **10**, 7 (1951).

Diese Vorstellung hat ihre endgültige Sicherung erhalten durch die Untersuchung von gewissen *Nebelhaufen*, in denen die Nebel *keine* Dunkelmassen besitzen, obwohl sie durchaus nicht etwa elliptische Nebel sind, sondern nach ihrer Gestalt bestimmten Spiraltypen verwandt sind — aber mit dem Unterschied, daß ihnen die Spiralarme (und damit die Sterne der Population I) ebenso fehlen wie die Dunkelmassen. Nach BAADE und SPITZER [2] ist die Abwesenheit der Dunkelmassen so zu verstehen, daß von den fraglichen Nebeln sich jeder mindestens schon einmal mit einem anderen *durchkreuzt* hat: Bei den großen vorhandenen Relativgeschwindigkeiten (größenordnungsmäßig 1000 km/sec) laufen die Sterngerüste zweier sich begegnender Nebel fast ungestört durcheinander hindurch, während die Gasmassen sich im Zusammenprall zerstreuen. Wir kennen jetzt zwei Beispiele von Nebelpaaren, bei denen eine solche wechselseitige Durchdringung gerade im Gange ist — da die Relativgeschwindigkeit der zusammenprallenden Gasmassen einer sehr hohen Temperatur äquivalent ist, so werden die Gase hochionisiert und ergeben (durch die frei-frei-Strahlung der Elektronen) eine kräftige Radiostrahlung: Die fraglichen Begegnungspaare sind deshalb nicht nur optisch wahrnehmbar, sondern auch auffällige Radioquellen (im Cygnus und im Perseus) — diese wunderbaren Feststellungen (BAADE 1952) gehören zu den wenigen bislang gelungenen Identifizierungen von optischen und radioastronomischen Objekten.

Obwohl danach als bewiesen anzusehen ist, daß die Population I dort und nur dort auftritt, wo Dunkelmaterie vorhanden ist, so bleibt doch eine wesentliche Frage noch ungeklärt: Handelt es sich bei Entstehung der Population I um eine echte *Sternentstehung*? Das bleibt zunächst zweifelhaft, weil ebenso auch die von verschiedenen Verfassern (BAADE, STRUVE, v. WEIZSÄCKER) erwogene Möglichkeit besteht, daß die hellen Sterne der Population I durch *Umbildung* schon vorhandener Sterne der Population II entstehen — nämlich durch Aufsammeln von H-Gas aus den umgebenden Gaswolken. Daß solche Vorgänge der „*Verjüngung*" zweifellos vorkommen, wird durch mancherlei empirische Ergebnisse bewiesen, worüber ein Buch von STRUVE [3] lehrreiche Aufschlüsse gibt. Auch können Fälle wie die der großen MAGELLANschen Wolke wohl nur so gedeutet werden, daß hier die Verjüngung ständig eine ganz große Rolle spielt.

AMBARZUMIAN [4] hat nun auf gewisse Gruppen von Sternen hingewiesen, welche er als „*Assoziationen*" bezeichnet und welche nach seiner Überzeugung gemeinsam entstanden sind, und zwar vor verhältnismäßig kurzer Zeit. Seine Aufstellungen sind von WORONZOW-WELJAMINOW [5] überaus scharf kritisiert worden. Dieser Verfasser bestreitet radikal die Realität der Sternassoziationen, die nach seinem Urteil lediglich ein Ergebnis falscher Deutungen sind; ich habe deshalb in meinem erwähnten Buch die Sternassoziationen zurückhaltend beurteilt. Jedoch ist inzwischen entschieden, daß mindestens in gewissem Umfang die Thesen AMBARZUMIANs berechtigt sind.

STRUVE (a. a. O.) hat betont, daß vorderhand nichts im Wege steht, mindestens einen großen Teil der Assoziationen, wenn sie als reell anerkannt werden, aufzufassen als Gruppen von älteren, aber gleichzeitig neuerdings „verjüngten" Sternen, so daß es fraglich bleibt, wie weit AMBARZUMIAN wirkliche Sternentstehungen nachgewiesen hat. Sicheres läßt sich zur Zeit wohl nur über diejenigen Beispiele sagen, welche — auf Grund der von AMBARZUMIAN gegebenen Anregungen — inzwischen zum Gegenstand sorgfältiger Spezialuntersuchungen geworden sind; die dabei gewonnenen bedeutsamen Ergebnisse können aber zunächst nur mit Vorsicht zur Grundlage allgemeiner Schlußfolgerungen gemacht werden, da es noch ungewiß ist, wie weit sie sich verallgemeinern lassen: Insgesamt müssen wir vielleicht mit mannigfach verschiedenen Verhältnissen rechnen.

Ungemein eindrucksvolle Ergebnisse erzielte BLAAUW [6] bei der eingehenden Untersuchung der ζ Persei-Gruppe und O- und B-Sternen. Es handelt sich um etwa 15 helle Sterne, die jetzt einen Raum des ungefähren Durchmessers 30 parsec einnehmen und annähernd radial auseinander streben, mit durchschnittlich 12 km/sec. Die Gesamtmasse dieser Sterne beträgt etwa 230 Sonnenmassen. Obwohl der Stern 0 Persei eine auffällige Abweichung von der radialen Bewegung zeigt, wird man BLAAUW folgen müssen in seinem Schluß, daß diese Sterngruppe *vor 1,3 Millionen Jahren* einen etwa 10mal kleineren Durchmesser hatte; sie hat sich damals wohl in einer noch jetzt nahe ihrem Zentrum erkennbaren Dunkelwolke befunden und dort ein System mit einer Dichte von etwa 21 Sonnenmassen im parsec^3 gebildet, also ungefähr $\varrho = 10^{-21}$ g cm^{-3}.

BLAAUW hat in der Erörterung seiner Ergebnisse die klassische Theorie der Sternentstehung durch Kondensation als eine Selbstverständlichkeit betrachtet; auch hat er die Möglichkeit einer Entstehung dieser Gruppe durch Verjüngung nicht in Betracht gezogen. Tatsächlich scheint es in diesem besonderen Fall (abweichend von den meisten anderen Beispielen von Assoziationen) freilich unmöglich, die Verjüngungshypothese in derjenigen Form anzuwenden, daß wir uns vorstellen würden, die fraglichen Sterne seien als solche schon vor mehr als $1{,}3 \cdot 10^6$ Jahren vorhanden gewesen und damals gleichzeitig verjüngt. Diese Vorstellung ist unverträglich mit der hohen kinetischen Energie der auseinanderlaufenden Gruppe: Die Sterne müßten dann ja *vor* ihrer Verjüngung mit ungefähr der gleichen Geschwindigkeit radial *zusammen*gelaufen sein.

BLAAUW hat in einer anderen Arbeit, welche den Einfluß der differentiellen galaktischen Rotation auf eine ursprünglich isotrop expandierende Sterngruppe theoretisch untersucht [7], wahrscheinlich gemacht, daß die *Skorpion-Centaurus-Gruppe* $72 \cdot 10^6$ Jahre alt ist und ursprünglich mit 0,7 km sec^{-1} expandierte. Bei solcher geringen Expansionsgeschwindigkeit wird man zunächst kaum weitere Schlüsse ziehen können; aber bei der ζ Persei-Gruppe bedingt die hohe Geschwindigkeit der Expansion auch dann wohl unüberwindbare Schwierigkeiten, wenn man sich vorstellen möchte, daß diese Sterne *als einzelne* durch Gaskondensation gleichzeitig entstanden wären: Dann müßte ja die jetzige kinetische Energie vorher als kinetische Energie der turbulenten Bewegung der Wolke vorhanden gewesen sein, und diese Wolke hätte ihrerseits auch unabhängig von der Sternbildung expandieren müssen — ihre *Vorgeschichte* vor der Sternbildung hätte dann ebenfalls eine unmögliche konvergierende Bewegung zeigen müssen.

Man kann also wohl kaum der Folgerung entgehen, daß die Expansionsgeschwindigkeiten der ζ Persei-Gruppe von einem *Explosionsvorgang* herrühren, und daß diese Sterne vor 1,3 Millionen Jahren zeitweise *einen einzigen Stern* gebildet haben, dessen Masse also mindestens 230 Sonnenmassen betragen hätte. Solche Sternmassen kommen ja in selteneren Fällen tatsächlich vor — nicht nur bei den (freilich etwas umstrittenen) TRÜMPLER-Sternen (deren Zugehörigkeit zu den offenen Sternhaufen in diesem Zusammenhang sehr beachtenswert ist, da sie auf Zusammenhänge mit den Assoziationen hindeuten könnte), sondern auch in anderen, allerdings vereinzelten Beispielen. Auch der Vorgang einer Sternexplosion (bei welcher ein einzelner Stern sich in drei Komponenten zerteilte) ist einmal berichtet worden; ob dieser von GUNN [*8*] bearbeitete Fall mit dem hier zu erschließenden Vorgang irgendwelche Ähnlichkeiten hatte, muß freilich zunächst offen bleiben. Die Deutung der ζ Persei-Gruppe als Ergebnis der Explosion eines massereichen Sternes, welche durch die empirischen Tatsachen nahegelegt wird, kann andererseits diese Tatsachen so weit verständlich machen, daß alle weiteren Fragen nach der Vorgeschichte dieses Sterns vorläufig *offen bleiben*. Einerseits bleibt ungewiß, wie lange der fragliche Stern schon vor der Explosion im gleichen Zustand vorhanden war. Ferner wäre es denkbar, daß er durch Verjüngung seinen zur Explosion befähigten Zustand erlangte; aber auch seine vorherige Neuentstehung ist denkbar, und dann bleibt ebenfalls vorläufig unentscheidbar, ob diese Entstehung durch Gaskondensation oder auf anderem Wege geschah.

Wie v. WEIZSÄCKER [*9*] gezeigt hat, läßt die klassische Kondensationstheorie zwar eine *rezente* Entstehung einzelner Sterne *nicht* zu, soweit es sich um Sternmassen von der Größenordnung der Sonnenmasse handelt. Man muß nämlich damit rechnen, daß die dunklen Gasmassen der Milchstraße infolge Sternbeleuchtung etwa die Mindesttemperatur von 35 bis 50° K haben: Das ist theoretisch von SPITZER berechnet und hernach radioastronomisch bestätigt worden [*10*]. Eine Wolke kann sich aber nur dann durch Gravitationswirkung kontrahieren (statt im Gegenteil auseinander zu laufen), wenn ihre kinetische Energie kleiner als der Betrag der potentiellen Gravitationsenergie ist. Da die kinetische Energie mindestens gleich der Temperaturenergie ist, ergibt sich die sog. „JEANS*sche Bedingung*", aus der folgende von v. WEIZSÄCKER hervorgehobenen Zahlenwerte folgen:

ϱ	100°K	10°K	1°K	0,1°K
10^{-23}	10^{37}	$10^{35,5}$	10^{34}	$10^{32,5}$ g
10^{-21}	10^{36}	$10^{34,5}$	10^{33}	$10^{31,5}$ g

Für zwei verschiedene Dichten ϱ und für mehrere Temperaturwerte sind hier die *kleinsten* zur Kontraktion führenden *Wolkenmassen* (in Gramm) angegeben: Man sieht, daß die Temperatur der Milchstraßenwolken bereits zu hoch ist, um eine Kondensation zu Sternen von etwa 10 Sonnenmassen (also etwa 10^{34} g) zu erlauben; man kennt nämlich empirisch keine wesentlich größeren Massendichten in galaktischen Wolken als die hier betrachteten.

Eine Bestätigung der WEIZSÄCKERschen These scheinen übrigens diejenigen zahlreich vorhandenen kleinen Wölkchen von größenordnungsmäßig einer Sonnenmasse zu bilden, die auf Grund irriger Beurteilung als „*globules*" bezeichnet worden sind: Nach BAADE widerlegen die kalifornischen Instrumente die in der Literatur vertretene Ansicht, daß viele von diesen Wölkchen ellipsoidisch oder kugelförmig seien. Das *müßten* sie aber sein — nach den tubulenztheoretischen Untersuchungen von v. WEIZSÄCKER —, wenn sie *stationär* oder in *Kontraktion* begriffen wären; also *expandieren* sie, und die Frage ihrer Entstehungsweise wird übrigens zu einem neuen gewichtigen Problem.

Bezüglich der Sternentstehung durch Gaskondensation würden die von v. WEIZSÄCKER erörterten Schwierigkeiten entfallen bei Wolken von größenordnungsmäßig 10^3 Sonnenmassen; aber dafür ergeben sich andere, vielleicht noch größere Schwierigkeiten. Die interstellare Materie zeigt beträchtliche Geschwindigkeiten ihrer turbulenten Bewegung: Wir haben mit mittleren Geschwindigkeiten von 10 bis 20 km/sec zu rechnen, nach Ausweis sowohl der optischen als auch der radioastronomischen DOPPLER-Effektmessungen. (Übrigens wird diese Angabe auch seitens theoretischer Überlegungen gestützt: Eine holländische Gruppe von Astronomen und Physikern hat während des Krieges das Gleichgewicht zwischen dem Gas und dem kolloidalen Staub der Dunkelmaterie eingehend analysiert [*11*]; danach spielen die „Zusammenstöße" der sich bewegenden Wolkenfetzen eine erhebliche Rolle für dieses Gleichgewicht.) Die bisherigen Erfahrungen sprechen nun durchaus dafür, daß Wolkenballen, deren Massen wesentlich über einige Sonnenmassen hinaus gehen, bereits in sich starke Relativbewegungen zeigen, so daß deren kinetische Energie um viele Zehnerpotenzen größer werden kann als die Temperaturenergie. Das wirkliche Zustandekommen von Sternen durch Gaskondensation bleibt also weiterhin unwahrscheinlich oder mindestens ungewiß.

BOK [*12*] hat (entgegen BAADEs Urteil) die These vertreten, daß *wenigstens einige* der von ihm als „*globules*" bezeichneten Wölkchen diesen Namen wirklich verdienen und durch ellipsoidische oder kugelige Form als in Kontraktion begriffen erwiesen seien. Es wäre ein Fehler, wenn man sich durch die zweifelhafte These der Existenz *vereinzelter* solcher kontrahierender Wölkchen von der viel seltsameren Tatsache ablenken lassen wollte, daß es in *großer* Anzahl *expandierende* Dunkelwolken von etwa einer Sonnenmasse gibt — deren Entstehungsweise ein noch ganz unbeobachtet gebliebenes Problem der Kosmologie darstellt. Folgen wir jedoch zunächst BOKs Überlegungen: Er vertritt die Auffassung, daß die sich kontrahierenden „Kugelwolken" im wesentlichen nicht aus Gas, sondern nur aus Staub bestehen — welcher weniger durch Gravitation als vielmehr durch den allseitigen Lichtdruck zusammengeführt wird. Diese Vorstellung einer Wolkenbildung von bloßem Staub, ohne Gas, widerspricht den Grundvorstellungen der von OORT, KRAMERS und den anderen Mitarbeitern der erwähnten holländischen Gruppe entwickelten Theorie des kosmischen Staubes — welcher vielmehr stets als Beimischung des Gases vorzustellen wäre. Außerdem würde der von BOK vorgeschlagene Mechanismus, wenn er reell wäre, Sterne liefern, deren chemische Zusammensetzung nicht einem Fixstern, sondern etwa einem unserer großen Planeten entsprechen würde — ein solcher

Stern müßte sich erst nachträglich seinen Wasserstoffgehalt suchen[1]).

Eine ganz andere Auflösung der Schwierigkeiten hat FESSENKOV [*13*] versucht, welcher die These vertritt, daß die Gasmassen der Milchstraße zum Teil in Form von *Strängen* (Filamenten) auftreten, in denen eine Massendichte der Größenordnung 10^{-19} g/cm³ bestehen soll, also etwa 1000mal größer als in den sonstigen Gaswolken. Diese Stränge — für deren Entstehungsweise oder Vorgeschichte keine Aufklärung versucht wird — sollen sich zu *Ketten* von Sternen kondensieren, mit Abständen von etwa einem Lichtjahr zwischen benachbarten Sternen in der Kette; die Existenz verschiedener Beispiele solcher Ketten wird behauptet.

Sollte sich diese Behauptung bestätigen, so würden freilich die Schwierigkeiten eher vergrößert als behoben. Eine solche Strangbildung könnte wohl nur als Wirkung von magnetischen Feldern gedeutet werden und würde dann die Voraussetzung praktisch vollständig *ionisierter* Materie erforderlich machen. Dazu müßte der Strang also in seiner ganzen riesigen Erstreckung in einem Felde intensiver Strahlung liegen, und die dem Ionisierungszustand entsprechende Temperatur würde gemäß der JEANSschen Bedingung trotz der höheren Dichte die Kondensation unmöglich machen. Auch ist zu sagen, daß alle sonst bekannt gewordenen Beispiele von Strangbildung in Gasnebeln (Cygnus, Krebsnebeln, Cassiopeia-Radioquelle, ferner Beispiele nach SHAJN und HASE [*14*]) viel kleinere Gebilde sind als die von FESSENKOV behaupteten. Man wird also mit einiger Spannung abwarten, ob die behaupteten Sternketten sich als reell erweisen.

Bei Abfassung meines erwähnten Buches habe ich eine rezente Entstehung von Sterngruppen oder Sternhaufen in der Milchstraße noch nicht in Erwägung gezogen (obwohl der von mir erwogene theoretische Ansatz diese Möglichkeit nahelegt). Jedoch ist dort die von UNSÖLD geäußerte, hernach allerdings von ihm nicht weiter verfolgte Vermutung diskutiert worden, daß die *Supernovae* (und zwar Supernovae I) möglicherweise neu entstehende Sterne (und zwar weiße Zwerge) seien. Eine Entscheidung hierüber wurde als zur Zeit noch unmöglich bezeichnet, und in der Tat muß die Frage, ob die Supernovae I etwas mit dem Vorgang der Sternentstehung zu tun haben, wohl vorläufig weiterhin in der Schwebe bleiben. Die empirische Untersuchung hat jedoch weitere Fortschritte gemacht: Die Tychonische Supernova ist gleich dem Krebsnebel als Radioquelle erkannt; und eine andere starke Radioquelle im Sternbild Cassiopeia ist optisch als ein Gebilde erkannt, das Ähnlichkeit mit dem Krebsnebel besitzt, jedoch auch Besonderheiten bisher unbekannter Art bietet.

MINKOWSKI[2]) hat sich in einem neueren Bericht gegen die vom Verfasser vertretene These ausgesprochen, daß die *planetarischen Nebel* Spuren ehemaliger Supernovae I seien, und BAADE hält es für denkbar, daß 1. die Cassiopeia-Quelle, 2. der Krebsnebel, 3. die anderen planetarischen Nebel *drei verschiedene* Arten stärkster Sternexplosionen darstellen. Nach Diskussion mit Herrn WURM scheint mir jedoch immer noch die Vermutung berechtigt, daß die fraglichen Beispiele sich nur deshalb unterscheiden, weil sie *verschieden alt* sind (in der obigen Reihenfolge). Es ist wohl nicht unnatürlich, anzunehmen, daß eine Supernova in den ersten Jahrhunderten nach ihrem Ausbruch sich recht schnell verändert. MINKOWSKI hat vor allem die kleineren *Expansionsgeschwindigkeiten* der übrigen planetarischen Nebel (im Vergleich zum Krebsnebel und erst recht zur Cassiopeia-Quelle) als Argument für die behauptete Verschiedenheit angeführt. Doch wird die Vermutung, daß es sich bei den älteren Nebeln um die noch übrig gebliebenen langsamer bewegten Teile der Expansionshülle handelt — nach schon vollzogener Zerstreuung der schnellen expandierenden Teile —, nach freundlicher Mitteilung von WURM durch folgenden Umstand unterstützt: Bei denjenigen Hüllen, die eine hinreichend regelmäßige, der Kugelform angenäherte Hülle zeigen, ergibt sich (aus komplizierten Gründen, die zuerst von CHANDRASEKHAR erörtert wurden) durch Strahlungsdruck eine *Zweiteilung* der Hülle, derart, daß eine äußere Kugelschale zu beschleunigter, aber eine innere Zone zu verlangsamter Expansion kommt. Diese Zweiteilung kann sich sogar wiederholt vollziehen. Durch Zerstreuung der äußeren Hülle bleibt dann eine langsam expandierende übrig.

Dabei ist vielleicht die zusätzliche Bemerkung berechtigt, daß die erneuten Zweiteilungen restlicher Hüllen infolge abermaliger Beschleunigung der Außenzone dazu führen könnten, daß das *Alter* eines solchen Nebels unterschätzt wird. Bei einer Gesamtzahl von etwa 700 planetarischen Nebeln in der Milchstraße (Schätzung nach MINKOWSKI und WURM) wäre es für ihre Deutung als Supernova-Spuren günstig, wenn ihr gewöhnlich auf maximal 30000 Jahre beziffertes Alter bis etwa 10^5 Jahre erhöht werden könnte. — Selbstverständlich wäre diese Deutung aber ausgeschaltet, wenn man mit PARENAGO oder mit WORONZOW-WELJAMINOW die Anzahl der galaktischen planetarischen Nebel zu 10000 oder gar 130000 berechnen würde, was jedoch nach MINKOWSKI und WURM ganz abwegig ist.

BAADE betont, daß der Helligkeitsabfall der Supernova I recht genau einer Exponentialkurve mit 56 Tagen Halbwertszeit folgt. Dies begünstigt die Vorstellung, daß der Zerfall einer radioaktiven Substanz für das Leuchten verantwortlich sei, wofür die von BORST [*15*] versuchte Hypothese vielleicht nicht die einzige erwägbare Möglichkeit wäre. Eine solche Deutung könnte vielleicht für das Supernova I-Phänomen eine Erklärung anbahnen, die keine Verbindung des Phänomens mit dem Problem der Sternentstehung herstellt.

Die obigen Beispiele eines Zusammenhangs von Radioquellen mit den Spuren kürzlich erfolgter Supernova-Ausbrüche sind übrigens auch deshalb bemerkenswert, weil sie vielleicht eine gewisse Skepsis begünstigen können in bezug auf UNSÖLDS bekannte These, daß die starken galaktischen Radioquellen *Sterne* seien. (Die Radiostrahlung der Sonne, die sich in ähnlicher Form bei *allen* Sternen zeigen dürfte, ist bekannt-

[1]) Da nach den holländischen Ergebnissen der kosmische Staub in der Hauptsache aus CH_4, NH_3, H_2O besteht, wird man sagen dürfen, daß die *großen* Planeten im wesentlichen unmittelbar aus dem Staub gebildet sind. Dagegen müssen die *kleinen* Planeten, wenn wir daran festhalten, ihren Gesamtwasserstoffgehalt als ebenso gering anzunehmen wie etwa den der Erdkruste, durch Umschmelzvorgänge ihren Wasserstoff verloren haben.

[2]) R. MINKOWSKI. Die Originalarbeit war mir unzugänglich. Herrn W. BAADE und Herrn K. WURM bin ich für viele wertvolle Auskünfte und Diskussionen sowohl über diese Arbeit als auch über die sonstigen Gegenstände dieses Aufsatzes dankbar.

lich um viele Zehnerpotenzen geringer als die der stärkeren Radioquellen.) Mehr als hundert lokalisierte Quellen, die bislang nicht mit optisch wahrnehmbaren Objekten identifiziert werden konnten, und einige identifizierte Quellen, die keineswegs Sterne, sondern wolkige Gebilde sind, lassen Zweifel an der UNSÖLDschen These als berechtigt erscheinen. Freilich würde es ein neues schwieriges Problem bedeuten, wenn sich weitere Radioquellen als identisch mit Nebeln, etwa in der Art des Krebsnebels, erweisen sollten: Eine Erzeugung durch frei-frei-Strahlung kommt beim Krebsnebel nicht in Betracht, da sie viel zu wenig Intensität liefern würde; die Annahme von Plasmaschwingungen andererseits bereitet Schwierigkeiten auf Grund der geringen Dichte des Nebels.

Wahrscheinlich wird der gegenwärtig lebhaft untersuchte *Orionnebel* uns weitere wichtige Aufschlüsse über das Problem der Sternentstehung liefern können. Jedoch hat auch die Untersuchung der ζ Persei-Gruppe schon wesentliche Fortschritte ergeben, obwohl sie noch viele Fragen in der Schwebe läßt.

Literatur.

[1] JORDAN, P.: Schwerkraft und Weltall. Braunschweig 1952. — [2] SPITZER, jr. L., and A. BAADE: Astrophysic. J. 113, 413 (1951). — [3] STRUVE, O.: Stellar Evolution. Princeton 1950. — [4] AMBARZUMIAN, W. A.: Abh. Sowjet. Astron., Folge I u. II. Berlin 1951. — Ferner: Internat. Astron.-Kongr., Rom 1952. — [5] WORONZOW-WELJAMINOW, B. A.: Abh. Sowjet. Astron., Folge II, S. 123. — [6] BLAAUW, A.: Bull. Astron. Inst. Netherl. 11, 405 (1952). — [7] BLAAUW, A.: Bull. Astron. Inst. Netherl. 11, 414 (1952). — [8] GUNN, R.: Physic. Rev. 55, 591 (1939). — [9] WEIZSÄCKER, C. F. v.: Astrophysic. J. 114, 165 (1951). — [10] WOUTHUYSEN, S. A.: Physica 18, 75 (1952). — [11] HULST, VAN DER: Havard Observ. Monogr. 7 (1948). — [12] BOK, B. I.: Havard Observ. Monogr. 7, 53 (1948). — [13] FESSENKOV, V. G.: Internat. Astron.-Kongreß Rom 1952. — [14] SHAJN, G. A., u. V. TH. HASE: Internat. Astron.-Kongr., Rom 1952. — [15] BORST, L. B.: Physic. Rev. 78, 807 (1950).

Forschungsprofessur für Theoretische Physik, Universität Hamburg.

Eingegangen am 10. Februar 1953.

Berichte.

Die Funktion der Glutaminsäure im Nervengewebe.

Von H. WEIL-MALHERBE, Wickford (Essex) *).

Die Ammoniakbildung im Nervengewebe.

Es ist wohl unbestritten, daß der Energiebedarf der nervösen Gewebe in erster Linie durch die Verbrennung von Kohlenhydraten gedeckt wird, aber das schließt natürlich nicht aus, daß daneben allerhand andere Vorgänge ablaufen, in die stickstoffhaltige Stoffe verwickelt sind. Es ist seit langem bekannt, daß der Ammoniakgehalt der nervösen Gewebe im Zustand erhöhter Tätigkeit erhöht ist und umgekehrt. So ist z. B. die Reizung des peripheren Nerven [63] und die Belichtung der Froschnetzhaut [47] von einer gesteigerten Ammoniakbildung begleitet; umgekehrt scheidet der periphere Nerv im Zustand der Narkose weniger Ammoniak aus als im funktionsfähigen Zustand [63]. Im Gehirn nimmt der Ammoniakgehalt um etwa 70% zu, wenn man durch verschiedene Methoden Krämpfe erzeugt, und zwar kann diese Zunahme bereits im Intervall zwischen der Applikation des krampferzeugenden Reizes und dem Beginn des Krampfes nachgewiesen werden. Andererseits kommt es im Zustand herabgesetzter Funktionstätigkeit, wie in der Narkose, zu einem beinahe vollständigen Verschwinden des Gehirnammoniaks [42].

Zur Bestimmung der vitalen Ammoniakkonzentration im Gehirn ist es nötig, die lebenden Tiere in toto in flüssige Luft einzutauchen. Andernfalls kommt es zu einer geradezu explosiven postmortalen Ammoniakbildung. Schon wenn man die Tiere derart dekapitiert, daß der Kopf direkt in flüssige Luft fällt, erhöht sich der Ammoniakgehalt auf beinahe das doppelte. Wenn die Abkühlung des abgetrennten Kopfes um einige Sekunden verzögert wird, steigt die Ammoniakkonzentration aufs dreifache, und nach etwa 5 min beträgt sie das 20fache [42], [26].

Die Herkunft und die Bildungsweise dieses Ammoniaks ist noch verhältnismäßig wenig erforscht. Wir haben uns in noch unveröffentlichten und noch nicht abgeschlossenen Versuchen mit diesem Problem befaßt. Wenn man ein Gehirnhomogenat in destilliertem Wasser herstellt, so findet man einen Anfangsammoniakgehalt von 20 bis 25 mg je 100 g Feuchtgewicht. Dieser Wert steigt während einer 5stündigen Bebrütung nur wenig an. Wenn man dagegen Ringerlösung zur Herstellung des Homogenats benutzt, so findet man einen Anfangsgehalt von etwa 15 mg-%, der in 5 Std auf etwa 40 mg-% ansteigt. In Gehirnschnitten endlich findet man einen Anfangsgehalt von etwa 10 mg-%, der in 5 Std auf etwa 56 mg-% ansteigt. Dieses Ergebnis kann man dahin deuten, daß ein Teil der Ammoniakbildung auf autolytische Prozesse zurückzuführen ist, die im Wasserhomogenat sehr schnell verlaufen und die aufhören, wenn ein Gehalt von 20 bis 30 mg-% erreicht ist. Darüber hinaus kommt es zu einer Ammoniakbildung, die an die Erhaltung einer gewissen Struktur gebunden ist. Die strukturgebundene Reaktion ist wahrscheinlich die oxydative Phosphorylierung. Diese Deutung wird durch den folgenden Versuch bestätigt: in Stickstoff, und in Gegenwart von 2.4-Dinitrophenol, einem für die oxydative Phosphorylierung spezifischen Hemmkörper, ist die Ammoniakbildung in Gehirnschnitten erheblich verlangsamt und kommt zum Stillstand, wenn die Konzentration von etwa 20 mg-% erreicht ist. Die erwähnten Versuche wurden in Abwesenheit von Glukose ausgeführt. In Gegenwart von Glukose sind die Verhältnisse anders, wie wir später sehen werden.

Wir haben Anhaltspunkte dafür, daß die unmittelbare Muttersubstanz des freigesetzten Ammoniaks Adenylsäure ist. Sie entsteht durch den Zerfall der Adenosintriphosphorsäure (ATP) und kann durch oxydative Phosphorylierung teilweise wieder in ATP zurückverwandelt werden. Dieser Vorgang müßte sich aber schnell erschöpfen infolge der durch die Desaminierung der Adenylsäure bedingten Verluste, wenn es nicht einen Mechanismus gäbe, durch den irgendein Inosinderivat reaminiert wird. Dies ist die Reaktion, die mit der oxydativen Phosphorylierung gekoppelt ist, und die einfachste Annahme wäre vielleicht die, daß nicht Inosinsäure, sondern Inosintriphosphat als Aminoakzeptor an einer Transaminierungsreaktion teilnimmt. Wie wir aus den Versuchen von KALCKAR und RITTENBERG [20] wissen, erfolgt der Austausch der Aminogruppe der Adenylsäure im Muskel mit großer Geschwindigkeit, und ähnliche Verhältnisse werden wohl im Gehirn vorliegen. Die Ammoniakbildung im Gehirn wäre demnach derjenigen im Muskel analog, die ja nach PARNAS [38] auch im wesentlichen durch den Abbau der ATP bedingt ist. Der vorgeschlagene Mechanismus erklärt weiter den Zusammenhang der Ammoniakbildung mit der Funktionstätigkeit der Nervenzelle, die, wie aus Tabelle 1 ersichtlich ist, mit der Geschwindigkeit des ATP-Abbaus eng verbunden ist.

Die durch die Funktion der Nervenzelle bedingte Ammoniakbildung hat weitere Konsequenzen. Sie bedeutet nicht nur eine Störung des Ionenmilieus, sondern

Tabelle 1. *Der Einfluß des Funktionszustands auf den Gehalt des Gehirns an Ammoniak und energiereichen Phosphatverbindungen* (vgl. [81], S. 54, Tabelle 2).

	Prozentuale Abweichung von der Norm		
	Kreatin-P	Pyro-P oder ATP	NH_3
Hypoxie, HCN-Vergiftung	−50	−60	+190
Konvulsion	0 bis −72	0 bis −62	+65
Dekapitierung	−74	−43	+68
Narkose	+36	+10	−60

*) Nach einem Vortrag auf der Tagung der Gesellschaft für Physiologische Chemie am 25. bis 27. September 1952 in Hamburg.

sie ist auch die Ursache spezifischer pharmakologischer Giftwirkungen, für die die Nervenzelle mehr als irgendeine andere empfindlich zu sein scheint. Das zeigt sich z. B. dadurch, daß schon relativ geringe Konzentrationen von Ammoniumsalzen die aerobe Glykolyse von Gehirnschnitten erhöhen [56]. Parenterale Injektionen von Ammoniumsalzen haben bekanntlich eine strychninartige Wirkung und können unter tetanischen Krämpfen zum Tod führen. Es ist daher zu erwarten, daß die Nervenzelle über einen Mechanismus verfügt, durch den das gebildete Ammoniak entgiftet wird. In diesem Mechanismus spielt die Glutaminsäure eine überragende Rolle.

Die Konzentration der Glutaminsäure und anderer stickstoffhaltiger Substanzen im Gehirn.

Bevor wir näher auf diese Probleme eingehen, ist es lehrreich, einen Blick auf die Zusammensetzung des Reststickstoffs im Gehirn zu werfen. In Tabelle 2 sind über 30 Substanzen zusammengestellt, die im enteiweißten Filtrat eines Gehirnextrakts vorkommen und darin quantitativ bestimmt wurden. Sie entsprechen insgesamt einem Reststickstoffgehalt von 152 mg-%. Manche Stoffe, wie z. B. Alanin, Cystein und Serin, wurden bisher nur qualitativ nachgewiesen [46], [1] und sind daher nicht in der Tabelle aufgeführt. Wir fanden, daß der Reststickstoff des in flüssiger Luft fixierten Rattengehirns im Mittel 163 ± 4,3 mg-% beträgt. Die in der Liste enthaltenen Substanzen machen also über 90% des gesamten Reststickstoffs aus.

Tabelle 2. *Stickstoffhaltige Komponenten in enteiweißtem Gehirnextrakt.*
(R. = Ratte; K. = Kaninchen; O. = Ochse.)

		µmol	mg N	Literatur
		in 100 g		
Glutaminsäure	R.	1070	15,0	[12]
Harnstoff	K.	715	20,0	[67]
Kreatin, frei	R.	660	27,7	[68]
γ-Aminobuttersäure	R.	615	8,6	[2]
Glutamin	R.	506	14,2	[12]
Asparaginsäure	R.	365	5,1	[69]
Adenosintriphosphorsäure	R.	328	23,3	[70]
Phosphokreatin	R.	326	13,7	[70]
Glykokoll	R.	263	3,7	[71]
Taurin	R.	236	3,3	[69]
Cholin	R.	124	1,74	[72]
Glutathion (GSH)	R.	104	4,4	[73]
Threonin	R.	85	1,20	[74]
Äthanolaminphosphat	R.	85	1,20	[75]
Cozymase	R.	37,6	3,7	[76]
Spermin	O.	22	1,25	[77]
Lysin	R.	21,8	0,61	[74]
Ammoniak	R.	17,9	0,25	[42]
Histamin	K.	15,3	0,64	[78]
Arginin	R.	13,6	0,76	[74]
Prolin	R.	12,1	0,17	[74]
Valin	R.	11,4	0,16	[74]
Tyrosin	R.	11,4	0,16	[74]
Kreatinin	R.	8,8	0,37	[68]
Histidin	R.	8,8	0,37	[74]
Phenylalanin	R.	8,6	0,12	[74]
Methionin	R.	7,9	0,11	[74]
Leucin	R.	7,2	0,10	[74]
Isoleucin	R.	7,2	0,10	[74]
Tryptophan	R.	2,5	0,07	[74]
Azetylcholin	R.	1,8	0,02	[79]
Noradrenalin	K.	0,06	—	[80]
		Summe:	152,1 mg-%	
		Reststickstoff des Rattengehirns:	163 ± 4,3 mg-%	

Die Verbindungen sind in der Reihenfolge ihrer molaren Konzentration angeordnet. Obenan steht Glutaminsäure mit einer Konzentration von über 1000 µMol je 100 g. In kurzem Abstand folgen γ-Aminobuttersäure und Glutamin, zwei mit der Glutaminsäure aufs engste verbundene Substanzen. Die große Mehrzahl der übrigen freien Aminosäuren des Gehirns folgt weit unten in der Liste, in einer etwa 50 bis 100mal kleineren Konzentration. Wenn man nur die freien Aminosäuren des Gehirns berücksichtigt, so macht Glutaminsäure allein etwa 30% der gesamten molaren Konzentration aus und die Gruppe der drei Substanzen Glutaminsäure, Glutamin und γ-Aminobuttersäure etwa 70%. Verglichen mit den anderen Aminosäuren ist also die Konzentration der Glutaminsäure im Gehirn unverhältnismäßig hoch. Diese Sonderstellung weist auf eine besondere Funktion hin, und zwar eher auf eine stöchiometrische als eine katalytische Funktion.

Die große Affinität der Nervenzelle für Glutaminsäure kommt ferner darin zum Ausdruck, daß Gehirnschnitte imstande sind, Glutaminsäure gegen ein Konzentrationsgefälle im Gewebe anzureichern, sofern eine geeignete Energiequelle wie Glukose zugegen ist. Dieser Mechanismus ist im Gehirn wirksamer als in irgendeinem anderen Organ [52].

Die enzymatischen Umsetzungen der Glutaminsäure im Nervengewebe.

Wir wollen nunmehr versuchen, aus den enzymatischen Umsetzungen der Glutaminsäure im Nervengewebe ihre Funktionen abzuleiten. Das Gehirn enthält Enzymsysteme für die folgenden vier Reaktionen der Glutaminsäure:

1. Oxydation,
2. Transaminierung,
3. Amidierung,
4. Dekarboxylierung.

Glutaminsäure ist die einzige Aminosäure im Gehirn, die zu den Reaktionen 1, 3 und 4 befähigt ist, und auch in den Transaminierungen (Reaktion 2) hat sie eine zentrale Stellung inne. Die Reaktionen 1 und 2 sind weit verbreitet in tierischen Geweben; die Reaktionen 3 und 4 dagegen wurden abgesehen vom Nervengewebe bisher nur in Leber und Niere angetroffen.

Die Sonderstellung der Glutaminsäure kommt auch in den Besonderheiten der Glutaminsäuredehydrogenase zum Ausdruck. Sie unterscheidet sich grundsätzlich von anderen Aminosäureoxydasen. Diese Verschiedenheit erstreckt sich auf folgende Eigenschaften [16]:

1. Während die Aminosäureoxydasen in den Zentren des Stickstoffwechsels, Leber und Niere, konzentriert sind, kommt die Glutaminsäuredehydrogenase in fast allen tierischen Geweben, sogar im undifferenzierten Krebsgewebe, vor. Das deutet auf eine fundamentale Funktion im Leben der Zelle hin.

2. Während Aminosäureoxydasen im allgemeinen relativ unspezifisch sind und mit einer ganzen Klasse von Aminosäuren reagieren, ist die Glutaminsäuredehydrogenase streng spezifisch für L-Glutaminsäure.

3. Während Aminosäureoxydasen der Familie der Flavinenzyme angehören, ist die Glutaminsäuredehydrogenase ein Nikotinamid-Protein. Diese beiden Enzymklassen unterscheiden sich unter anderem in ihrer Stellung in der Skala der Oxydations-Reduktionspotentiale. Das Potential der Glutaminsäuredehydrogenase ist um etwa 150 mV negativer als das der Aminosäureoxydasen [64]. Die Elektronen haben also bei ihrem Übergang von der Substrat- auf die Enzymmolekel einen kleineren Potentialsprung zu durchlaufen. Dadurch wird weniger freie Energie gebildet und die Reaktion wird leichter reversibel. In der Reaktion

$$\text{Glutaminsäure} + \text{DPN}^+ \rightleftharpoons \text{Iminoglutarsäure} + \text{DPNH} + \text{H}^+,$$

in der DPN^+ und DPNH das oxydierte und das reduzierte Coenzym I bedeuten, kommt es zur Einstellung eines Gleichgewichts, das weitgehend zugunsten der Glutaminsäure verschoben ist [16]. Das Gleichgewicht ist jedoch nur dann erhältlich, wenn die spontane Hydrolyse der Iminoglutarsäure gemäß der Gleichung

$$\text{Iminoglutarsäure} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ketoglutarsäure} + \text{NH}_3$$

verhindert wird. Der Gleichung zufolge ist Iminoglutarsäure in Gegenwart von Ammoniumsalzen stabil. Während also die Desaminierung der meisten anderen Aminosäuren im thermodynamischen Sinn praktisch wohl nahezu irreversibel ist, erfolgt die Synthese der Glutaminsäure ohne Energieaufwand, sobald eine genügende Ammoniakkonzentration auftritt. Die Ketoglutarsäure, mit der sich das Ammoniak zunächst verbindet, ist ein Zwischenprodukt des Zitronensäurezyklus und in der atmenden Zelle, in der sich ein stationärer Zustand ausgebildet hat, stets verfügbar. Bei Auftreten von Ammoniak kommt es daher zwangsläufig zur Bildung von Glutaminsäure. Die Tendenz zur Glutaminsäurebildung ist so groß, daß das System Ketoglutarsäure-Ammoniak als energischer Wasserstoffakzeptor wirkt und unter anaeroben Bedingungen eine Reihe oxydativer Reaktionen ermöglicht [25].

Andererseits kann das Abfangen der Ketoglutarsäure durch das Ammoniumion zu einer solchen Verarmung der Zelle an C_4-Dikarbonsäuren führen, daß sich allerhand Stoffwechselstörungen entwickeln. Im Gehirn kommt es zu einer Anreicherung von Milchsäure [56], und in der Leber wird Brenztraubensäure in die Bahn der Azetessigsäureproduktion abgezweigt [41].

Dieser Zustand könnte zu ernsten Folgen führen, wenn die Glutaminsäure nicht in der Lage wäre, ihre Aminogruppe auf andere Ketosäuren abzuladen und sich dadurch zu Ketoglutarsäure zu regenerieren. Diesen Vorgang nennt man Transaminierung. Die beiden Ketosäuren, die hauptsächlich als Aminoakzeptoren für die Glutaminsäure funktionieren, sind die Brenztraubensäure und die Oxalessigsäure. Zusammen mit der Ketoglutarsäure, und abgesehen von der sehr unbeständigen Oxalbernsteinsäure, sind dies die einzigen α-Ketosäuren, die als Intermediärprodukte im Kohlenhydratstoffwechsel vorkommen. Man hat eine Zeitlang geglaubt, daß die beiden reversiblen Reaktionen zwischen Glutaminsäure und Brenztraubensäure einerseits und zwischen Glutaminsäure und Oxalessigsäure andererseits die einzigen im Gehirn ablaufenden Transaminierungsreaktionen sind, und es besteht auch heute noch kein Zweifel daran, daß sie quantitativ weitaus überwiegen. Wie neuerdings festgestellt wurde [3], ist jedoch die Glutaminsäure imstande, in geringem Maß auch mit anderen Ketosäuren zu reagieren und somit die Synthese anderer Aminosäuren zu bewirken. In dem in Tabelle 3 angeführten Versuch wurde die Reaktion im umgekehrten Sinn gemessen, d.h., es wurde die Bildung von Glutaminsäure aus Ketoglutarsäure und verschiedenen Aminosäuren bestimmt. Die Überlegenheit von Asparaginsäure und Alanin über die anderen Aminosäuren ist klar ersichtlich.

Tabelle 3. *Transaminasen im Rattengehirn* (nach AWAPARA, SEALE [3]).

Aminodonator	Aus α-Ketoglutarsäure gebildete Glutaminsäure in μmol/g/Std
Asparaginsäure	264
Alanin	154
Leucin	34
Isoleucin	21
Valin	11

Die weitgehende Beschränkung der Transaminierungsreaktionen auf Intermediärprodukte des Kohlenhydratstoffwechsels ist sicher kein Zufall. Sie deutet darauf hin, daß es die wesentliche Funktion dieser Reaktionen ist, zusätzliche Kanäle zur Verfügung zu stellen, durch die eine plötzliche Ammoniakflut abgeleitet werden kann. Nach Ablauf der Krise kann sich das gebildete Aminosäurereservoir auf dem umgekehrten Weg in die Bahnen des Zitronensäurezyklus entleeren. Hierbei erhebt sich nun die Frage: was ist das Schicksal der gebildeten Aminogruppen? Dies ist der Augenblick, wo wir auf die dritte Reaktion der Glutaminsäure, ihre Amidierung zu Glutamin, stoßen. Die Amidgruppe des Glutamins stellt die elektrisch neutrale Transport- und Speicherform des Ammoniaks im Organismus dar. Im Gegensatz zur Glutaminsäure ist die Blut-Hirnschranke für Glutamin durchlässig [21]. Das im Gehirnstoffwechsel abfällige Ammoniak wird also auf diesem Weg ausgeschieden. Es ist bemerkenswert, daß, abgesehen von Leber und Niere, die Fähigkeit zur Glutaminsynthese aufs Nervengewebe beschränkt zu sein scheint [24]. Hier muß also der Abtransport des Ammoniaks in entionisierter Form besonders dringlich sein.

Die Synthese des Glutamins aus Glutaminsäure und Ammoniak in Gehirnschnitten wurde von KREBS im Jahre 1935 beobachtet [24]. Kurz darauf stellte es sich heraus, daß zugesetztes Ammoniak unter Bildung von Glutamin auch dann verschwindet, wenn man Gehirnschnitte mit Glukose, besonders aber mit einer Mischung von Glukose und Brenztraubensäure oder Ketoglutarsäure schüttelt (Tabelle 4). Diese Ergebnisse führten zu der Schlußfolgerung, daß Gehirnschnitte Ketoglutarsäure aus Glukose und Glutamin aus Ketoglutarsäure und Ammoniak bilden. Das war meines Wissens das erste Mal,

Tabelle 4. *Ammoniakbindender Mechanismus und Glutaminbildung in Gehirnschnitten des Meerschweinchens* (nach WEIL-MALHERBE [55]). Suspensionsmedium: 3 ml Bikarbonat-Ringerlösung + 0,2 ml 0,02 mol NH_4^+.

Weitere Zusätze	Q_{NH_3}	$Q_{Amid\text{-}N}$
0	+0,54	0,31
+ 0,2% Glukose	−1,20	0,84
+ 0,2% Glukose + 0,02 mol Pyruvat	−1,71	1,23
+ 0,2% Glukose + 0,02 mol α-Ketoglutarat	−2,26	1,22

daß die Intermediärfunktion der α-Ketoglutarsäure im Kohlenhydratstoffwechsel formuliert wurde.

Es besteht also in Gehirnschnitten ein ammoniakbindender Mechanismus, wenn Glukose zur Verfügung steht. Das ist eine der Ursachen dafür, daß die Ammoniakbildung, die im substratlosen Medium so ausgeprägt ist, nach Glukosezusatz ausbleibt. Statt dessen findet man ein gewisses Ansteigen der Amidkonzentration.

Die Synthese des Glutamins aus Glutaminsäure und Ammoniak kann auch in zellfreien Gehirnextrakten durchgeführt werden, vorausgesetzt, daß ATP als Quelle energiereicher Phosphatbindungen verfügbar ist. In der Reaktion wird eine dem verschwindenden Ammoniak äquivalente Menge Phosphat frei [51], [14]. Man hat daraus die intermediäre Bildung einer Glutamylphosphorsäure erschließen wollen, aber für die Existenz dieser Verbindung sind bisher keine experimentellen Unterlagen vorhanden, und es ist gerade so gut möglich, daß ATP mit einem Enzym oder Coenzym reagiert. Wie dem auch sei, die Glutaminsynthese vermag mit anderen Reaktionen um das verfügbare ATP zu konkurrieren. Darin ist wohl die Erklärung für die Hemmung der anaeroben Glykolyse durch Glutaminsäure [52] und für die Hemmung der Azetylcholinsynthese durch Ammoniumsalze [7] zu suchen.

Wenden wir uns nun noch kurz der vierten Reaktion der Glutaminsäure, ihrer Dekarboxylierung zu γ-Aminobuttersäure, zu. Diese Reaktion wurde erst kürzlich entdeckt [44], [45], [62]; ihre Bedeutung wird durch die hohe Konzentration der γ-Aminobuttersäure im Gehirn [43], [2] und durch ihr Vorkommen in Peptidbindung [6] betont. Die Glutaminsäuredekarboxylase wurde sonst nur in Leber und Niere nachgewiesen, aber ihre Konzentration ist dort nur etwa $^1/_{20}$ der Konzentration im Gehirn [45]. Über die Funktion der Dekarboxylase im Gehirnstoffwechsel kann man vorderhand nur spekulieren. Ein Zusammenhang mit dem ammoniakbindenden Mechanismus ist jedenfalls nicht ohne weiteres ersichtlich. Man kann wohl annehmen, daß die abgespaltene Karboxylgruppe die Zelle als freies CO_2 verläßt, und dabei mag die Kohlensäureanhydrase, deren Rolle im Nervengewebe ja auch noch dunkel ist, mitspielen. Das Endergebnis des Prozesses wäre eine Abnahme der Azidität und eine Entbindung fixer Basen in der Zelle. Ein derartiger Puffermechanismus könnte bei einer plötzlichen Steigerung der Glykolyse in Aktion treten. Damit käme der Glutaminsäure eine doppelte Schutzwirkung zu: sie würde gleichzeitig die beiden der Zellfunktion abträglichen Begleiterscheinungen einer erhöhten Funktionstätigkeit, nämlich die Ammoniakbildung und die Milchsäurebildung, dämpfen. Man kennt bakterielle Glutaminsäuredekarboxylasen, die zur Gruppe der adaptiven Fermente gehören, d.h. Fermente, deren Konzentration sich mit wachsender Inanspruchnahme erhöht. Von diesen Dekarboxylasen ist bekannt, daß sich ihre Konzentration stark erhöht, wenn man die Bakterien auf sauren Nährböden züchtet [18], eine Beobachtung, die man wohl als Bestätigung der Pufferwirkung des Enzyms auffassen darf.

Die Funktion der Glutaminsäure im Kaliumtransport.

Von der Kohlensäureanhydrase steht fest — und von der Glutaminsäuredekarboxylase darf vielleicht angenommen werden —, daß sie eine Rolle bei einer anderen wichtigen Funktion der Glutaminsäure spielt. KREBS und seine Mitarbeiter zeigten, daß die Wiederherstellung und Aufrechterhaltung der intrazellulären Kaliumkonzentration in atmenden Gehirnschnitten spezifisch an die Anwesenheit von Glutaminsäure im Medium gebunden ist [54], [27].

Wie bereits erwähnt wurde, kann die Glutaminsäure, in Gegenwart von Glukose, gegen ein Konzentrationsgefälle ins Innere der Nervenzelle einwandern. Wenn das Suspensionsmedium Kaliumionen enthält, so wird eine der eingeführten Glutaminsäure äquivalente Menge Kalium von der Zelle resorbiert. Während also die Glutaminsäureresorption von der Anwesenheit des Kaliums unabhängig ist, hängt die Kaliumresorption vom Ausmaß der gleichzeitigen Glutaminsäureresorption ab, d. h., es kommt der Glutaminsäure eine Trägerfunktion im Kaliumtransport zu. Der Mechanismus wird durch Vergiftung der Kohlensäureanhydrase [11] oder der oxydativen Phosphorylierung [54] gehemmt. Davies und Krebs [11] haben eine Theorie entwickelt, die diesen Erscheinungen Rechnung trägt, aber es würde zu weit führen, sie hier im einzelnen zu erörtern.

Die Glutaminsäure als Energiequelle.

Die bisher beschriebenen Funktionen der Glutaminsäure stellen meiner persönlichen Ansicht nach eine durchaus befriedigende Erklärung für das Vorkommen, die Sonderstellung und die Reaktionen der Glutaminsäure im Nervensystem dar. Man hat jedoch der Glutaminsäure noch allerhand andere Funktionen zugeschrieben. Da ist zunächst die Frage, ob die Glutaminsäure als Energiequelle fürs Nervengewebe in Betracht kommt. Die Vorstellung, daß die Glutaminsäure eine besonders wunderwirkende „brain food" ist, hat ja eine gewisse Popularität erlangt und wird weitgehend als die wissenschaftliche Grundlage der Glutaminsäuretherapie betrachtet. Es liegt mir gewiß fern, die Möglichkeit der Glutaminsäureoxydation im Nervengewebe zu bestreiten, aber während die Besonderheiten der Glutaminsäuredehydrogenase und ihr Vorkommen im Gehirn im Zusammenhang mit dem ammoniakbindenden Mechanismus ohne weiteres verständlich ist, ist ein Grund dafür schwierig einzusehen, wäre die Rolle der Glutaminsäure lediglich die eines Atmungssubstrats. Es ist wohl logischer, anzunehmen, daß die Substratfunktion der Glutaminsäure eine Begleiterscheinung ihrer Funktion im ammoniakbindenden System ist, bedingt durch die Reversibilität der Ketoglutarsäureaminierung. Sogar bei Glukosemangel ist es fraglich, ob die Glutaminsäure ein wirksames Ersatzsubstrat darstellt. Dawson [12] fand im Gehirn hypoglykämischer Ratten in tiefem Koma, also zu einer Zeit, wenn die Kohlenhydratvorräte des Gehirns praktisch verschwunden sind, eine Senkung der Glutaminsäurekonzentration um nur etwa 30%. Dabei ist es durchaus nicht ausgemacht, daß diese Senkung auf einem erhöhten Abbau, und nicht etwa auf einer verminderten Synthese beruht. Eine ähnliche Senkung des Glutaminsäurespiegels wurde als Folgeerscheinung der Narkose beobachtet [13], und man kann wohl annehmen, daß es die Aktivitätsverminderung der Nervenzellen ist, die hier, und vielleicht auch im hypoglykämischen Koma, zu einer Verminderung der Ammoniakbildung und damit zu einer Verlangsamung der Glutaminsäuresynthese führt.

Es gibt andere Tatsachen, die der Auffassung, daß Glutaminsäure eine wirksame Energiequelle im Gehirn ist, widersprechen. Die Synthese des Glutamins und die Resorption der Glutaminsäure in Gehirnschnitten sind, wie wir gesehen haben, an die Anwesenheit von Glukose als Energiequelle gebunden. Daraus folgt, daß die Oxydation der Glutaminsäure selbst nicht die nötige Energie liefern kann. Außerdem hat McIlwain [30] gezeigt, daß die Aufrechterhaltung der elektrischen Erregbarkeit von Gehirnschnitten nur durch Glukose, aber nicht durch Glutaminsäure ermöglicht wird.

Glutaminsäure und Azetylcholinsynthese.

Vielfach wird die Ansicht geäußert, besonders von den Anwälten der Glutaminsäuretherapie, daß die Glutaminsäure die Synthese des Azetylcholins aktiviert. Die Versuche, auf die sich diese Ansicht stützt, wurden ausgeführt, bevor die Rolle des Coenzyms A in der Azetylcholinsynthese bekannt war [35]. Seither wurde dieses Enzymsystem eingehend studiert und in seine Komponenten zerlegt. Dabei hat sich kein Anhaltspunkt für eine Beteiligung der Glutaminsäure ergeben [36], [53]. Irgendwelche Aktivierungseffekte der Glutaminsäure in dieser Reaktion sind daher wohl unspezifischer oder indirekter Art. Neueren Ergebnissen zufolge übt die Glutaminsäure im Gegenteil eine Hemmungswirkung auf das azetylcholinsynthetisierende System aus [23].

Glutaminsäure und Proteinsynthese.

Schließlich sei noch eine weitere Hypothese erwähnt. Wie wir gesehen haben, verläuft die Glutaminsynthese auf Kosten der Energie, die beim Zerfall des ATP frei wird. Die gebildete Amidbindung ist formal der Peptidbindung der Eiweißmolekel analog. Es wird nun angenommen, daß die Amidgruppe des Glutamins eine Austauschreaktion mit der α-Aminogruppe einer Aminosäure oder eines Peptids eingehen kann. Dabei würde ein γ-Glutamylpeptid entstehen. Eine Reaktion dieser Art wurde in der Tat von Hanes, Hird und Isherwood [19] in Schafnierenextrakt beobachtet, allerdings nicht mit Glutamin, sondern mit Glutathion. Der Theorie zufolge soll auf diesem Weg Phosphatbindungsenergie für die Synthese der Peptidbindung verfügbar gemacht werden. Dazu ist folgendes zu sagen: erstens besteht keinerlei Anlaß zur Annahme, daß die Amidbindung des Glutamins die einzige peptidartige Bindung ist, für deren Synthese Phosphatbindungsenergie verbraucht wird. Im Gegenteil, man kennt eine Anzahl anderer peptidartiger Bindungen, bei deren Synthese ATP beteiligt ist, und zwar ohne die Vermittlung von Glutamin [50], [5], [8], [9], [10], [31]. Zweitens ist es bisher nicht gelungen, die Umwandlung eines γ-Glutamylpeptids in ein α-Peptid zu demonstrieren, und diese Reaktion ist grundlegend für die postulierte katalytische Funktion sowohl des Glutamins wie des Glutathions. Drittens sind diese und ähnliche „Transpeptidierungsreaktionen" wahrscheinlich nichts weiter als Nebenerscheinungen proteolytischer oder hydrolytischer Enzymtätigkeit, bei der es zur Labilisierung und Aktivierung der peptidartigen Bindung kommt [4]. Das scheint auch auf das von Waelsch [48] beschriebene Enzym zuzutreffen, das einen Austausch der Amidgruppe des Glutamins mit Hydroxylamin oder Ammoniak bewerkstelligt (Glutamyltransferase). Waelsch gibt zwar an, daß die Enzympräparate keine Glutaminasewirkung haben, aber sie scheinen andererseits das Enzym zu enthalten, das die Synthese des Glutamins katalysiert. Elliot [16] hat nun kürzlich gefunden, daß das synthetisierende Enzym die typischen Eigenschaften der Glutamyltransferase besitzt. Was auch immer die physiologische Rolle dieser Reaktionen sein mag, es ist vorderhand unbewiesen, daß ihnen eine wesentliche Rolle bei der Eiweißsynthese zukommt.

Die Wirkung der Glutaminsäure im hypoglykämischen Koma.

Zum Schluß sollen noch die Wirkungen der Glutaminsäure im vivo kurz besprochen werden. Ich will mit der Wirkung der Glutaminsäure im hypoglykämischen Koma beginnen.

Mayer-Gross [33], [34] machte die Beobachtung, daß es in vielen Fällen, wenn auch nicht regelmäßig, gelingt, das hypoglykämische Koma durch eine intravenöse Glutaminsäureeinspritzung zu unterbrechen. Es erhebt sich nun die Frage, ob diese Wirkung etwa darauf beruht, daß dem Gehirn ein verbrennbares Substrat an Stelle von Glukose zugeführt wird. Eine direkte Wirkung der Glutaminsäure aufs Gehirn ist aber deshalb mit großer Sicherheit auszuschließen, weil eine ganze Reihe von Autoren übereinstimmend nachgewiesen hat, daß die Blut-Hirnschranke für Glutaminsäure nur in ganz geringem Maß durchlässig ist [21], [22], [17], [49], [12].

Als eine zweite Möglichkeit wäre zu erwägen, daß die Glutaminsäure in einem anderen Organ in Glukose verwandelt wird. In der Tat findet man nach Glutaminsäureinjektion einen Anstieg des Blutzuckers um etwa 20 mg-% oder mehr [34], [57]. Es hat sich aber herausgestellt, daß der Effekt oft schon mit sehr kleinen Glutaminsäuremengen zu erhalten ist und daß in diesen Fällen der Blutzuckeranstieg weit über die Grenzen dessen geht, was zu erwarten wäre, wenn die neugebildete Glukose aus der Glutaminsäure stammte [57]. Der Blutzuckeranstieg beruht also vermutlich auf einer Mobilisierung von Leberglykogen, und es liegt nahe, einen adrenergischen Effekt anzunehmen. In der Tat findet man nach einer Glutaminsäureeinspritzung die klassische Trias der Adrenalinwirkung, nämlich eine kurzdauernde Puls- und Blutdrucksteigerung und eine anhaltendere Blutzuckersteigerung. Außerdem kann man mit einer vorsichtigen intravenösen Adrenalininjektion genau die gleichen Resultate im hypoglykämischen Koma erzielen wie mit Glutaminsäure [57]. Schließlich haben wir mit einer neuen Methode [60] den Adrenalinspiegel im Blut untersucht und gefunden, daß er nach Glutaminsäureeinspritzung ansteigt [61]. Schon Mayer-Gross hatte gefunden, daß der Glutaminsäureeffekt relativ unspezifisch ist und daß Glykokoll und p-Aminobenzoesäure ähnliche Wirkungen besitzen. Fig. 1 zeigt die Wirksamkeit von vier Substanzen, Glutaminsäure, Arginin, Glykokoll und Bernsteinsäure, die in äquimolarer, neutraler Lösung gespritzt wurden. Die Versuche wurden mit Patienten während der Insulinschockbehandlung durchgeführt. Die in der Figur enthaltenen Ziffern geben das Verhältnis derjenigen Patienten an, die nach der Einspritzung zu Bewußtsein kamen. Mit Glutaminsäure und Arginin wurden je acht Erfolge in einer Gesamtheit von

10 bzw. 11 Versuchen erzielt; mit Glykokoll und Bernsteinsäure dagegen wurden nur je zwei Erfolge in je elf Versuchen beobachtet. Dementsprechend war der Konzentrationsanstieg der Brenzkatechinamine im Plasma sehr ausgeprägt nach Einspritzung der beiden ersten Verbindungen, dagegen geringfügig nach Einspritzung der beiden anderen. Es besteht also eine deutliche Korrelation zwischen adrenergischer und komakoupierender Wirkung.

Der adrenergische Effekt der Glutaminsäure und anderer Aminosäuren ist nicht so überraschend wie es zunächst den Anschein hat. Daß eine intravenöse Glutaminsäureeinspritzung zu einer Reizung des autonomen Systems führt und Übelkeit, Erbrechen, Hitzewallungen und Peristaltik verursacht, ist seit langem bekannt [32]. Vielleicht kommt sogar dem Adrenalin eine spezifische Rolle in der homöostatischen Kontrolle des Aminosäurespiegels im Blut zu; einerseits verursacht nämlich Adrenalin eine Senkung der Plasma-Aminosäurekonzentration [29], andererseits führt, wie NORD [37] am Kaninchen gezeigt hat, eine Glutaminsäure- oder Glykokollinjektion zu einer Ausschüttung von Adrenalin.

Psychologische und krampflindernde Wirkungen der Glutaminsäure.

Das allgemeine Interesse für die Rolle der Glutaminsäure im Gehirnstoffwechsel ist zweifellos dem Aufsehen zuzuschreiben, das die Glutaminsäuretherapie des petit mal und des Schwachsinns gemacht hat. Seit den ersten Veröffentlichungen von WAELSCH und ZIMMERMAN mit ihren Mitarbeitern sind auf diesem Gebiet an die 30 Arbeiten erschienen (Literaturangaben bei WEIL-MALHERBE [58], [59]). Die Resultate der Gruppen um WAELSCH und ZIMMERMAN werden von etwa der Hälfte der Autoren bestätigt, während die andere Hälfte keine bedeutsamen Unterschiede zwischen Kontroll- und Versuchsgruppe feststellen kann. ZIMMERMAN [66] wehrte sich gegen seine Kritiker mit dem Hinweis darauf, daß sie seine Versuchsbedingungen nicht eingehalten haben. Manche von ihnen haben nämlich eine Lösung von Natriumglutaminat verabreicht an Stelle der freien Säure in Pulverform. Diese Finesse mag trivial erscheinen, aber POND und POND [39] haben in der Tat gezeigt, daß die beiden Verfahren verschiedene Resultate liefern. Dieser Einwand entkräftet freilich nicht alle negativen Ergebnisse, und manche Autoren (z.B. [65]), die eine Zunahme des Intelligenzquotienten in der Kontrollgruppe fanden, sind der Ansicht, daß die günstigen Ergebnisse lediglich als eine psychologische Reaktion auf die aktivere Beschäftigung mit den Versuchspersonen, die sich plötzlich im Mittelpunkt des Interesses finden, aufzufassen sind.

Ich glaube, daß diese Einstellung zu weit geht. Wenn man die veröffentlichten Krankengeschichten studiert, kann man sich des Eindrucks nicht erwehren, daß mindestens in einigen, vielleicht besonders günstigen Fällen die Glutaminsäuretherapie zu einer dramatischen Verbesserung der Persönlichkeit geführt hat. Die individuelle Reaktion scheint jedoch sehr verschieden zu sein und die Fälle, die optimal ansprechen, sind wohl verhältnismäßig selten.

Was nun den Mechanismus der Glutaminsäuretherapie betrifft, so glaube ich, daß man auch hier Grund zur Annahme einer adrenergischen Wirkung hat. Diese Annahme stützt sich in erster Linie auf die Natur der beschriebenen Effekte und in zweiter Linie auf die Ähnlichkeit mit der Wirkung sympathomimetischer Amine, vor allem des Amphetamins [58]. Wie die Glutaminsäure, so kann auch Amphetamin die Resultate des Intelligenztestes verbessern, und in beiden Fällen ist man sich darüber einig, daß die Wirkung nicht durch eine echte Zunahme der eingeborenen Intelligenz, sondern vielmehr durch eine bessere Ausnützung der vorhandenen Fähigkeiten bedingt ist. Beide Medikamente führen zu einer Erhöhung der Aufmerksamkeit und Konzentrationsfähigkeit, zu einer gleichmäßigeren Stimmungslage und größeren Aufgeschlossenheit, zu einer Zunahme der Initiative und des geistigen Tempos. Dadurch kommt es zu einer günstigeren emotionellen Einstellung gegenüber intellektuellen Aufgaben. Es ist bemerkenswert, daß derartige Persönlichkeitsveränderungen sogar von Autoren beschrieben wurden, die keine statistisch bedeutsame Wirkung der Glutaminsäure auf den Intelligenzquotienten beobachten konnten. Schließlich sei erwähnt, daß auch der günstige Einfluß der Glutaminsäure in petit mal-Fällen vom Amphetamin geteilt wird [28].

Wenn die Wirkung der Glutaminsäuretherapie auf einem adrenergischen Mechanismus beruht, so wäre zu erwarten, daß der Effekt, wie im Falle des hypoglykämischen Komas, relativ unspezifisch ist. Dieser Punkt ist experimentell noch nicht untersucht worden. Trotzdem sind manche Forscher so fest von der Spezifität des Glutaminsäureeffekts überzeugt, daß sie Glykokoll oder Hefeextrakt an die Kontrollgruppe verabreichen, im Bestreben, den Geschmack der Glutaminsäure zu kopieren. In diesem Zusammenhang möchte ich auf die Befunde von RAUSCH und SCHWÖBEL [40] hinweisen. Diese Autoren behandelten Patienten, die an Eiweißunterernährung litten, mit einem Gemisch von zehn essentiellen Aminosäuren und stellten eine auffallende Steigerung der geistigen Leistungsfähigkeit und eine Verbesserung der Stimmungslage fest. Dieses Resultat war durchaus nicht nur eine Folge der Deckung des Stickstoffdefizits, denn es konnte durch eine Kaseindiät, die 4mal mehr Stickstoff enthielt, nicht reproduziert werden. Die psychischen Effekte, die RAUSCH und SCHWÖBEL mit Aminosäuregemischen erzielten, haben große Ähnlichkeit mit denen, die nach Glutaminsäuretherapie beobachtet wurden. Was nun besonders bemerkenswert ist, ist, daß die von RAUSCH und SCHWÖBEL angewandten Gemische keine Glutaminsäure enthielten. Diese Tatsachen sprechen sehr dafür, daß der Glutaminsäureeffekt relativ unspezifisch ist und mit einer Anzahl von Aminosäuren, wenn auch in wechselndem Ausmaß, erhalten werden kann.

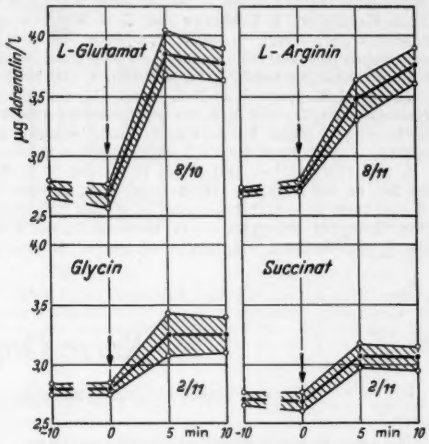


Fig. 1.

Wenn die von mir hier vorgetragene Deutung richtig ist, so hat die klinische Wirkung der Glutaminsäure, die auf einer adrenergischen Reizung beruht, mit ihren Funktionen im Gehirnstoffwechsel nichts zu tun. Der reichliche Glutaminsäuregehalt des Nahrungseiweißes und vor allem die Leichtigkeit, mit der die Glutaminsäure vom Körper synthetisiert werden kann, lassen es von vornherein als außerordentlich unwahrscheinlich erscheinen, daß der Glutaminsäureeffekt als eine Korrektion eines absoluten oder relativen Glutaminsäuremangels aufzufassen ist. Dazu kommt die Unfähigkeit der Glutaminsäure, die Blut-Hirnschranke zu durchbrechen, die eine direkte Wirkung aufs Zentralnervensystem ausschließt. Diese Schwierigkeiten beheben sich mit der Annahme eines adrenergischen Mechanismus. Man kann sich ohne weiteres vorstellen, daß das Adrenalinsystem schon auf eine geringe Erhöhung des Glutaminsäurespiegels im Blut reagiert. Diese Erhöhung ist vermutlich viel ausgeprägter, wenn massive Dosen eingenommen werden, als wenn die Substanz im Verlauf der Eiweißverdauung allmählich freigesetzt wird.

Literatur.

[1] ASTRUP, T., G. CARLSTRÖM u. A. STAGE: Acta physiol. scand. [Stockh.] 24, 202 (1951). — [2] AWAPARA, J., A. J. LANDUA, R. FUERST and B. SEALE: J. of Biol. Chem. 187, 35 (1950). — [3] AWAPARA, J., and B. SEALE: J. of Biol. Chem. 194, 497 (1952). — [4] BORSOOK, H.: 2. Congr. Internat. de Biochimie. Symposium sur la biogénèse des protéines, S. 37. Société d'Edition d'Enseignement Supérieur, Paris 1952. — [5] BORSOOK, H., and J. W. DUBNOFF: J. of Biol. Chem. 168, 397 (1947). — [6] BOULANGER, P., et G. BISERTE: C. R. Acad. Sci. Paris 233, 1498 (1951). — [7] BRAGANÇA, B. M., and P. FAULKNER: Federat. Proc. 11, 190 (1952). — [8] COHEN, P. P., and R. W. MCGILVERY: J. of Biol. Chem. 166, 261 (1946). — [9] COHEN, P. P., and R. W. MCGILVERY: J. of Biol. Chem. 169, 119 (1947). — [10] COHEN, P. P., and R. W. MCGILVERY: J. of Biol. Chem. 171, 121 (1947). — [11] DAVIES, R. E., and H. A. KREBS: Biochem. Soc. Symposia 8, 77 (1952). — [12] DAWSON, R. M. C.: Biochemic. J. 47, 386 (1950). — [13] DAWSON, R. M. C.: Biochemic. J. 49, 138 (1951). — [14] ELLIOTT, W. H.: Biochemic. J. 49, 106 (1951). — [15] ELLIOTT, W. H.: Federat. Proc. 11, 207

(1952). — [16] EULER, H. v., E. ADLER, G. GÜNTHER u. N. B. DAS: Z. physiol. Chem. 254, 61 (1938). — [17] FRIEDBERG, F., and D. M. GREENBERG: J. of Biol. Chem. 168, 411 (1947). — [18] GUNSALUS, I. C.: Federat. Proc. 9, 556 (1950). — [19] HANES, C. S., F. J. R. HIRD and F. A. ISHERWOOD: Biochemic. J. 51, 25 (1952). — [20] KALCKAR, H. M., and D. RITTENBERG: J. of Biol. Chem. 170, 455 (1947). — [21] KAMIN, H., and P. HANDLER: J. of Biol. Chem. 188, 193 (1951). — [22] KLEIN, J. R., and N. S. OLSEN: J. of Biol. Chem. 167, 1 (1947). — [23] KOREY, S. R., B. DE BRAGANZA and D. NACHMANSOHN: J. of Biol. Chem. 189, 705 (1951). — [24] KREBS, H. A.: Biochemic. J. 29, 1951 (1935). — [25] KREBS, H. A., and P. P. COHEN: Nature [London] 144, 513 (1939). — [26] KREBS, H. A., L. V. EGGLESTON and R. HEMS: Biochemic. J. 44, 159 (1949). — [27] KREBS, H. A., L. V. EGGLESTON and C. TERNER: Biochemic. J. 48, 530 (1951). — [28] LIVINGSTON, S., L. KAJDI and E. M. BRIDGE: J. Pediatry 32, 490 (1948). — [29] LUCK, J. M., and S. W. MORSE: Biochemic. J. 27, 1648 (1933). — [30] MCILWAIN, H.: J. Ment. Sci. 97, 674 (1951). — [31] MCGILVERY, R. W., and P. P. COHEN: J. of Biol. Chem. 183, 179 (1950). — [32] MADDEN, S. C., J. R. CARTER, A. A. KATTUS jr., L. L. MILLER and G. H. WHIPPLE: J. of Exper. Med. 77, 277 (1943). — [33] MAYER-GROSS, W., and J. W. WALKER: Nature [London] 160, 334 (1947). — [34] MAYER-GROSS, W., and J. W. WALKER: Biochemic. J. 44, 92 (1949). — [35] NACHMANSOHN, D., and H. M. JOHN: J. of Biol. Chem. 158, 157 (1945). — [36] NACHMANSOHN, D., and M. S. WEISS: J. of Biol. Chem. 172, 677 (1948). — [37] NORD, F.: Acta med. scand. [Stockh.] 65, 1, 67 (1926/27). — [38] PARNAS, J. K., and C. LUTWAK-MANN: Biochem. Z. 278, 11 (1935). — [39] POND, D. A., and M. H. POND: J. Ment. Sci. 97, 663 (1951). — [40] RAUSCH, F., u. G. SCHWÖBEL: Klin. Wschr. 1949, 30. — [41] RECKNAGEL, R. O., and V. R. POTTER: J. of Biol. Chem. 191, 263 (1951). — [42] RICHTER, D., and R. M. C. DAWSON: J. of Biol. Chem. 176, 1199 (1948). — [43] ROBERTS, E., and S. FRANKEL: J. of Biol. Chem. 187, 55 (1950). — [44] ROBERTS, E., and S. FRANKEL: J. of Biol. Chem. 188, 789 (1951). — [45] ROBERTS, E., and S. FRANKEL: J. of Biol. Chem. 190, 505 (1951). — [46] ROBERTS, E., S. FRANKEL and P. J. HARMAN: Proc. Soc. Exper. Biol. a. Med. 74, 383 (1950). — [47] RÖSCH, H., u. W. TEKAMP: Z. physiol. Chem. 175, 158 (1928). — [48] SCHOU, M., N. GROSSOWICZ, A. LAJTHA and H. WAELSCH: Nature [London] 167, 818 (1951). — [49] SCHWERIN, P., S. P. BESSMAN and H. WAELSCH: J. of Biol. Chem. 184, 37 (1950). — [50] SNOKE, J. E., and F. ROTHMAN: Federat. Proc. 10, 249 (1951). — [51] SPECK, J. F.: J. of Biol. Chem. 179, 1387, 1405 (1949). — [52] STERN, J. R., L. V. EGGLESTON, R. HEMS and H. A. KREBS: Biochemic. J. 44, 410 (1949). — [53] STERN, J. R., B. SHAPIRO, E. R. STADTMAN and S. OCHOA: J. of Biol. Chem. 193, 703 (1951). — [54] TERNER, C., L. V. EGGLESTON and H. A. KREBS: Biochemic. J. 47, 139 (1950). — [55] WEIL-MALHERBE, H.: Biochemic. J. 30, 665 (1936). — [56] WEIL-MALHERBE, H.: Biochemic. J. 32, 2257 (1938). — [57] WEIL-MALHERBE, H.: J. Ment. Sci. 95, 930 (1949). — [58] WEIL-MALHERBE, H.: Physiologic. Rev. 30, 549 (1950). — [59] WEIL-MALHERBE, H.: Biochem. Soc. Symposia 8, 16 (1952). — [60] WEIL-MALHERBE, H., and A. D. BONE: Biochemic. J. 51, 311 (1952). — [61] WEIL-MALHERBE, H., and A. D. BONE: J. Ment. Sci. 98, 565 (1952). — [62] WINGO, W. J., and J. AWAPARA: J. of Biol. Chem. 187, 267 (1950). — [63] WINTERSTEIN, H.: Naturwiss. 21, 22 (1933). [64] WURMSER, R., et S. FILITTI-WURMSER: C. R. Soc. Biol. Paris 128, 133 (1938). — [65] ZABARENKO, R. N., and G. S. CHAMBERS: Amer. J. Psychiatry 108, 881 (1952). — [66] ZIMMERMAN, F. T., and B. B. BURGEMEISTER: Arch. Neurol. Psychiatry 65, 291 (1951).

Research Department, Runwell Hospital, Wickford, Essex.

Eingegangen am 13. November 1952.

Kurze Originalmitteilungen.

Für die Kurzen Originalmitteilungen sind ausschließlich die Verfasser verantwortlich.

Über einen Hochstrombogen sehr hoher Temperatur und extrem kleiner Brennspannung.

Elektrische Entladungen mit Brennspannungen weit unterhalb der Ionisierungsspannung des Trägergases sind bisher mit Sicherheit nur bei fremdgeheizter Kathode und so

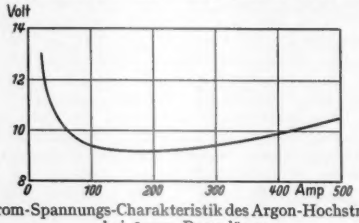


Fig. 1. Strom-Spannungs-Charakteristik des Argon-Hochstrombogens bei 2 mm Bogenlänge.

geringem Gasdruck beobachtet worden, daß thermisches Gleichgewicht im Entladungsplasma bestimmt nicht vorlag. Bei thermischen Bögen sind zwar auch Unterschreitungen der Ionisierungsspannung des Hauptträgergases berichtet worden[1]); doch vertraten dabei die Verfasser selbst die Ansicht, daß diese niedrigen Brennspannungen wegen der experimentell nachgewiesenen Verdampfung der Wolframelektroden auf einer Beimischung von Metalldampf niedriger Ionisierungsspannung zum Hauptträgergas beruhen. Demgegenüber haben wir nun bei einem unter Atmosphärendruck in strömendem Argon mit Stromstärken bis zu 500 Amp brennenden Lichtbogen ein Brennspannungsminimum festgestellt, das mit 7,5 V nicht nur die 15,76 V betragende Ionisierungsspannung, sondern auch die bei 11,55 V liegende erste Anregungsspannung des Trägergases ganz wesentlich unterschreitet, obwohl die obige Fehlerquelle ausgeschaltet ist. Unser Gleichstrom-Argon-Bogen brennt zwischen einer am oberen Ende gekühlten stiftförmigen Wolframkathode und einer sehr gut gekühlten Kupferplatte als Anode. Bei 2 mm Bogenlänge zeigt seine Brennspannung die in Fig. 1 wiedergegebene Abhängigkeit von der Stromstärke. Das Brennspannungsminimum von 7,5 V wurde bei 0,5 mm Bogenlänge und 165 Amp gemessen.

Daß es sich hierbei wirklich um einen reinen Argonbogen handelt, folgt aus dem Spektrum, das bei ruhig brennendem Bogen neben einem Kontinuum ausschließlich die Linien des neutralen, des einfach und des zweifach ionisierten Argons zeigt, das damit als Entladungsträger nachgewiesen ist.

Nur bei kathodenseitig unruhigem Bogen gelangen nach Ausweis des Spektrums geringe Mengen Wolfram in den Bogen; solche Fälle wurden von der Messung ausgeschlossen. Aus der relativen Intensität der Spektren des A, des A^+ und des A^{++} berechnet sich für die kathodennahen Bereiche der Bogenachse die sehr hohe Temperatur von $30000 \pm 3000°$ K. Da die freie Weglänge der Elektronen unter diesen Bedingungen erst von der Größenordnung 10^{-4} cm ist, beträgt die Bogenlänge immer noch größenordnungsmäßig 10^3 freie Elektronenweglängen. Da ferner infolge der hohen Temperatur die mittlere thermische Geschwindigkeit der Elektronen um den Faktor 500 größer ist als ihre Driftgeschwindigkeit im elektrischen Feld (Bogengradient), sollte in unserem Bogen im Gegensatz zu allen bisher bekannten Niedervoltbögen die Möglichkeit der Einstellung thermodynamischen Gleichgewichts unzweifelhaft gegeben sein.

Durch Messung der Bogenbrennspannung als Funktion der Bogenlänge und Extrapolation auf die Bogenlänge Null ergab sich für die Summe von Kathoden- und Anodenfall der überraschend kleine Wert von $5{,}5 \pm 1$ V, der mit etwa $^1/_3$ der Ionisierungsspannung des Trägergases *weit* unter allen bisher in der Literatur angegebenen Werten liegt. Zu dem gleichen Ergebnis führten Potentialsondenmessungen, bei denen nach einem früher angegebenen Verfahren[2]) der Potentialverlauf längs der Bogenachse für die verschiedensten Bogenlängen und Stromstärken gemessen wurde. Hierbei ergab sich erstens, daß das Potential sich längs der Bogenachse monoton ändert, daß also zwischen Kathode und Anode bestimmt kein Potentialmaximum existiert. Durch Abzug des so direkt gemessenen Spannungsabfalls in der Bogensäule von der gesamten Bogenspannung ergab sich ferner der mit dem obigen übereinstimmende Wert von $6 \pm 1{,}5$ V für die Summe von Kathoden- und Anodenfall.

Bei einem zwischen den gleichen Elektroden in langsam strömendem Stickstoff brennenden Hochstrombogen wurde bei 0,5 mm Bogenlänge ein Brennspannungsminimum von

14,5 V gemessen, während sich für die Summe von Kathoden- und Anodenfall der Wert von 10 ± 1 V ergab. Die spektroskopische Abschätzung der Achsentemperatur dieses Bogens, von dem die Linien des N, N^+, N^{++} und N^{+++} emittiert werden, ergab nahe der Kathode einen Wert von etwa 35000° K. Das Auftreten von Hochstrombögen sehr hoher Temperatur mit einem merklich unter der Ionisierungsspannung liegenden Brennspannungsminimum ist also nicht auf das Argon beschränkt.

Es ist interessant zu bemerken, daß bei 35000° K das Plasma unseres Stickstoff-Hochstrombogens zu 66% aus Elektronen und zu 30,6% aus doppelt ionisierten Stickstoff-Ionen besteht, während einfach ionisierter Stickstoff mit nur 3,3% und neutrale Stickstoffatome gar mit nur 0,1% vertreten sind. Es handelt sich also um ein sehr extremes Lichtbogenplasma.

Über alle Einzelheiten der elektrischen und spektroskopischen Untersuchung dieser Bögen wird an anderer Stelle berichtet werden. Die Tatsache aber, daß es voll entwickelte Hochstrombögen gibt, deren maximale Potentialdifferenz wesentlich unter der Ionisierungsspannung des Trägergases liegt, scheint uns für das Verständnis des Mechanismus der Bogenentladungen von Interesse. Wir werden in unserer späteren Veröffentlichung begründen, daß es sich bei diesen Hochstrombögen sehr hoher Temperatur unseres Erachtens um den Idealfall eines thermischen Bogens handeln muß, bei dem die mittlere thermische Geschwindigkeit der Ladungsträger deren Driftgeschwindigkeit im elektrischen Feld so stark überschreitet, daß auch die Fallgebiete thermisch behandelt werden dürfen, die Ionisation also im gesamten Bogen in guter Näherung thermisch erfolgt.

Erlangen, Forschungslaboratorium der Siemens-Schuckert-Werke AG.

G. Busz und W. Finkelnburg.

Eingegangen am 14. September 1953.

[1]) Skolnik, M., u. T. B. Jones: J. Appl. Physics **23**, 643 (1952).

[2]) Finkelnburg, W., u. S. M. Segal: Physic. Rev. **80**, 258 (1950).

A Combination of Electron Microscopy and Diffraction.

Focusing in electron microscopy is performed by observing the image on a fluorescent screen with the naked eye. This is difficult to perform when the image is very dark. A combination of electron microscopy and diffraction described here made it possible to focus the microscope without observing the image.

In the present study, one microscope and one diffraction apparatus were connected to a common terminal of a high tension source supplying the two (vid. Fig. 1); in this way electrons in the two apparatus were always accelerated by one and the same voltage (V). The position of specimens in the microscope and the diffraction apparatus were kept fixed throughout the duration of the experiment. The following relations are now obtained:

For microscopy: $$1/f = k I^2/V, \tag{1}$$

where f: the focal length, I: the current flowing in the winding of the magnetic lens and k: a constant depending on the number of turns in the winding, on its geometrical form and on the nature of magnetic material of the lens.

For diffraction: $$R\,d\,V^{\frac{1}{2}} = 2 \times 12{\cdot}3\,L, \tag{2}$$

where R: the diameter of diffraction ring, d: the interplanar spacing of specimen crystal, and L: the camera length (150 mm). Eliminating V in Eq. (1) and (2), the relation

$$I R = \text{constant} \tag{3}$$

is obtained. Eq. (3) was examined with a microscope and a diffraction apparatus connected to each other as is shown in Fig. 1. In Table 1, R denotes the diameters of the (200) diffraction rings of a gold foil under various wave length of electrons and I denotes the current flowing in the lens indicated by a milli-ammeter for exact focus. Table 1 shows that Eq. (3) is valid under the above-mentioned conditions. The results of Table 1 give the curve of Fig. 2.

We can focus in electron microscopy by marking an intense diffraction ring and by referring to the relation between R and I shown in Fig. 2 without observing microscopic image. This method is powerful particularly where it is necessary to take a micrograph of a „dim" sample. This is the case where we want to avoid deterioration of a sample by electron beam.

Table 1. *R: diameter of (200) diffraction rings of gold foil. Camera length: 150 mm. Driving potential of electrons: about 30 kV. I: current flowing in the winding of magnetic lens for exact focus. This Table shows that $I \times R$ is constant.*

R (mm)	I (mA)	$I \times R$	R (mm)	I (mA)	$I \times R$
11·3	26·4	298	10·5	28·5	299
11·1	27·0	300	10·3	29·0	299
10·9	27·5	300	10·2	29·4	300
10·7	28·0	300			

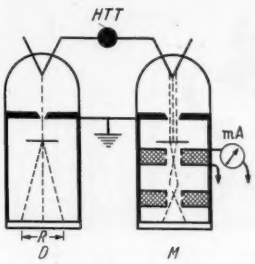


Fig. 1.

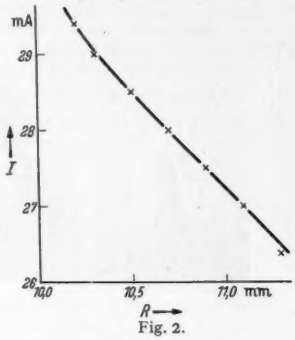


Fig. 2.

Fig. 1. This figure shows that a microscope and a diffraction apparatus are connected to a common terminal of a high tension source. Electrons are accelerated by one and the same voltage. Position of specimens in the two apparatus are fixed. *D* Diffraction; *M* Microscopy; *HTT* High Tension Terminal.

Fig. 2. This figure shows the relation between R (diameter of the diffraction ring) and I (current through the magnetic lens for exact focus). It is possible to focus in microscopy by marking a diffraction ring and utilizing this curve.

The method might be recommended when we want to have an image of extremely high magnification obtainable but consequently of a very dark illumination.

Scientific Research Institute, Ltd., Hongo, Tokyo (Japan).

Shigeto Yamaguchi.

Eingegangen am 29. August 1953.

Elektronenmikroskopische Untersuchungen über den Oxydationsvorgang von Metallen.

Die als Zunder- und Anlaufvorgänge bezeichneten Oxydationsreaktionen von Metallen bei höheren Temperaturen beginnen in dünnsten Schichten, die mit fortschreitender Reaktion dicker werden. Man hat die Gesetze des Wachstums dieser Oxydschichten unter der Voraussetzung, daß sich gleichmäßig dicke Schichten parallel zur Metalloberfläche bilden, erforscht. Bisher kennt man kompakte sowie aufreißende und poröse Schichten.

Betrachtet man Oxydschichten im Elektronenmikroskop, so sieht man, daß sie bei verschiedenen Metallen dicht mit Nadeln, vereinzelt auch mit dünnen Blättchen besetzt sind (Fig. 1). Kurz nach der Bildung der ersten Anlauffarbe wachsen aus der Oberfläche feinste Nadeln heraus. Bei fortgesetzter Oxydation treten mehr Nadeln auf, die länger und etwas dicker werden. Schließlich setzt sich an ihrem Grunde der Bereich zwischen ihnen zu, so daß die kompakte Oxydschicht dicker wird. Bei höheren Temperaturen bilden sich im Durchschnitt weniger zahlreiche, dickere Nadeln. Schon weit unterhalb der Schmelztemperatur des Oxydes (bei Kupferoxyd über 600° C) treten Schmelzvorgänge auf. Verfolgt man das Wachstum von CuO-Nadeln in aufeinanderfolgenden Oxydationsprozessen, so stellt man fest, daß die Nadeln an der Spitze weiterwachsen. Hierbei müssen daher im Innern oder an der Oberfläche von Nadeln Metall-Ionen, die dann an der Luft oxydiert werden, bzw. Oxydmolekeln zum Nadelende transportiert und dort in das Kristallgitter eingebaut werden. In heißem Zustande zusammentreffende Nadeln haften aneinander, und um die Berührungsstelle herum wird Oxyd abgelagert. Die durchschnittliche Nadeldicke entspricht der

Dimension der bei allen Kristallisationsvorgängen auftretenden SMEKALschen idealen Gitterbereiche, der Realbausteine. In gewissen Abständen scheinen längs der Nadeln Fehlstellen eingebaut zu werden, da sie an bestimmten Stellen im Elektronenstrahl leicht abknicken.

Nach diesen Untersuchungen haben auch einige als porenfrei bekannte Metalloxydschichten eine in Form eines Nadelwaldes aufgelockerte Außenschicht. Diese dürfte an dem Oxydationsvorgang maßgeblich beteiligt sein, indem durch die stark vergrößerte Oberfläche die Chemisorption von Sauerstoff erleichtert wird. Diese Schicht hängt möglicherweise mit der von HAUFFE und ENGELL[1]) zu 1000 Å Dicke geschätzten Randschicht von Oxyden, in der die Chemisorption erfolgt, zusammen. Vielleicht spielt dieser Aufbau der Randschicht auch für ihr schlechtes Leitvermögen eine Rolle.

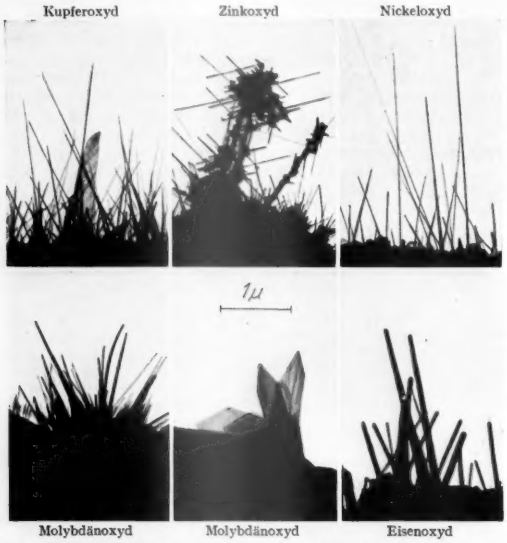


Fig. 1. Auf Oberflächen von Kupfer, Zink, Nickel, Molybdän und Eisen gewachsene Oxyde. Vergrößerung 11 300:1.

Bisher wurden bei der Oxydation die Fragen der Keimbildung und das Kristallwachstum meist außer acht gelassen, weil sie nach den Wachstumsgesetzen beim weiteren Verlauf der Oxydation ohne Bedeutung sind. Nachdem jedoch die Elektronenmikroskopie gestattet, das Wachstum der Oxydschichten von ihren Anfängen an zu verfolgen, läßt sich erwarten, daß die Untersuchung des Kristallwachstums in sublichtmikroskopischen Bereichen mit Erfolg zur Klärung bisher unübersichtlicher Zunderungsvorgänge herangezogen werden kann. Über allgemeine sowie spezielle Schlußfolgerungen aus diesen Untersuchungen über durch reine Diffusion bedingte Kristallisationsvorgänge wird an anderer Stelle[2]) ausführlich berichtet werden.

Staatsinstitut für Staublungenforschung und Gewerbehygiene an der Universität Münster i. Westf. (Direktor: Prof. Dr. med. K. W. JÖTTEN).

GERHARD PFEFFERKORN.

Eingegangen am 14. September 1953.

[1]) HAUFFE, K., u. H. J. ENGELL: Z. Elektrochem. **56**, 366 (1952).
[2]) Z. wiss. Mikroskopie (im Druck).

Knickschwingungen der OH-Gruppe im Gitter von Hydroxyden.

Bei der spektroskopischen Untersuchung von Hydroxyden mit Schichtengitter im Infrarot fanden wir kürzlich[1]) eine bemerkenswerte Abhängigkeit der Wellenlänge der OH-Absorption vom effektiven Hydroxylradius, die mit dem Auftreten von Wasserstoffbrückenbindungen zusammenhängt. Hydroxyde mit Koordinationsgitter wie beispielsweise ε-$Zn(OH)_2$ oder β-$Be(OH)_2$ zeigten diese Abhängigkeit nicht. Wir erklärten dieses Verhalten durch die starke kovalente Metall-Sauerstoffbindung, die ein Wegdrücken des Protons vom Sauerstoff veranlaßt.

Von allen untersuchten Hydroxyden besaßen allein $Ca(OH)_2$ und $Mg(OH)_2$ eine ungestörte OH-Gruppe (vgl. Fig. 1a). Die Störung der OH-Gruppe, die sich in einer Lokkerung der OH-Bindung und spektroskopisch durch eine Verschiebung der OH-Absorption im Infrarot nach längeren Wellen hin bemerkbar macht, kann auf zweierlei Ursachen

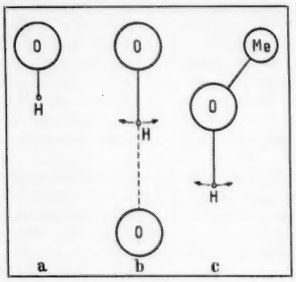


Fig. 1a—c. a Ungestörte OH-Gruppe; b Wasserstoffbrücke; c MeOH-Bindung. Die Pfeile deuten die OH-Knickschwingung an. (O Sauerstoff; H Wasserstoff; Me Metall.)

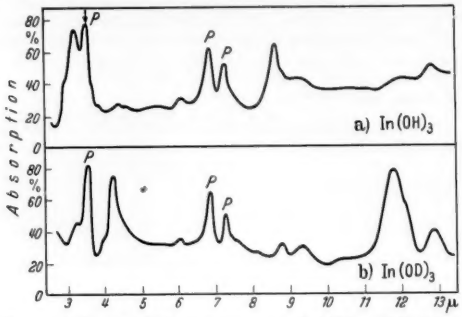


Fig. 2. Infrarote Spektrogramme von $In(OH)_3$ und $In(OD)_3$. *P* sind Absorptionen, die vom Einbettmittel (Paraffinöl) herrühren.

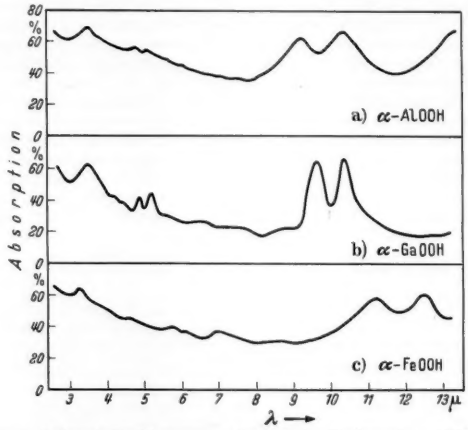


Fig. 3. Infrarote Spektrogramme der isotypen Hydroxyde α-AlOOH, α-GaOOH, α-FeOOH.

zurückgeführt werden: einmal auf die Ausbildung der Wasserstoffbrücke (O—H . . . O-Gruppierung, vgl. Fig. 1b), wie in den Hydroxyden mit Schichtengitter, zum anderen auf starke kovalente Kräfte zwischen Sauerstoff- und Metallatomen, vorwiegend in den Hydroxyden mit Koordinationsgitter (vgl. Fig. 1c).

Man kann sich nun vorstellen, daß außer der OH-Valenzschwingung noch eine weitere OH-Schwingung möglich ist, bei der Wasserstoff in einer Ebene senkrecht zur OH-Achse (in Fig. 1b und c mit Pfeilen bezeichnet) schwingen kann. Diese Schwingung wollen wir als Knickschwingung der OH-Gruppe bezeichnen. Je stärker nun die oben erwähnten Bin-

dungskräfte werden, d.h. je mehr die OH-Bindung gelockert wird, um so starrer wird die OH-Valenz gerichtet werden. Dadurch muß es möglich sein, schon bei relativ kurzen Wellen die OH-Knickschwingung zu beobachten.

Tatsächlich fanden wir bei einer Reihe von Hydroxyden, die eine stärkere Verschiebung der OH-Absorption aufweisen, außer der OH-Valenzschwingung bei etwa 3 μ noch weitere Absorptionen im Spektralbereich von 2,4 bis 13,4 μ, die durch OH-Knickschwingungen gedeutet werden müssen. Beim $In(OH)_3$ gelang die Zuordnung dieser Absorption einwandfrei. In Fig. 2a ist das Spektrogramm von $In(OH)_3$, das in einem Koordinationsgitter kristallisiert, aufgenommen. Die OH-Valenzschwingung liegt bei 3,21 μ, eine weitere Absorption bei 8,61 μ. In Fig. 2b ist zum Vergleich das entsprechende Spektrogramm von $In(OD)_3$ wiedergegeben[2]). Beide Banden sind in gesetzmäßiger Weise verschoben, wie sie durch die Frequenzen von schwerem und normalem Wasser gegeben sind. Die OH-Valenzabsorption liegt bei 4,21 μ, die andere Bande, die von der OH-Knickschwingung herrührt, bei 11,80 μ.

Betrachtet man die Absorptionsspektren der isotypen Hydroxyde α-AlOOH (Fig. 3a), α-GaOOH (Fig. 3b) und α-FeOOH (Fig. 3c), so fällt im längerwelligen Bereich des Spektrums eine Doppelbande auf, die der OH-Knickschwingung entspricht. Keinesfalls wird diese Doppelbande durch eine Metall-Sauerstoffschwingung hervorgerufen, da diese wegen der Atomgewichte der Kationen beim α-GaOOH längerwellig sein müßte als beim α-FeOOH. Außerdem ist auch, wie zu erwarten, die Doppelbande der OH-Knickschwingung bei schwächerer Wasserstoffbrückenbindung, wie beim α-FeOOH, längerwellig und umgekehrt.

Das Auftreten einer Doppelbande bei den Hydroxyden der Fig. 3 hängt wahrscheinlich mit ihrer rhombischen Kristallstruktur zusammen; auch beim rhombischen ε-$Zn(OH)_2$ wurde eine entsprechende Doppelbande ermittelt. Hingegen zeigt das regulär kristallisierende $In(OH)_3$ nur eine Bande (vgl. Fig. 1).

OH-Knickschwingungen treten auf bei den Hydroxyden $In(OH)_3$, $In(OD)_3$, ε-$Zn(OH)_2$, γ-$Al(OH)_3$, γ-FeOOH, α-FeOOH, α-GaOOH und α-AlOOH. Nicht beobachtet wurden (im Spektralbereich von 2,4 bis 13,4 μ) OH-Knickschwingungen bei den Hydroxyden $Ca(OH)_2$, $Mg(OH)_2$, $Ni(OH)_2$, $Cd(OH)_2$, $Y(OH)_3$, $La(OH)_3$ und $Nd(OH)_3$, die keine oder nur schwache Wasserstoffbrückenbindungen besitzen.

Die Untersuchungen werden fortgesetzt. Der Deutschen Forschungsgemeinschaft und der Firma Ernst Leitz, Optische Werke, Wetzlar, danken wir für Unterstützung.

Anorganisch-Chemisches Institut der Universität Göttingen.

OSKAR GLEMSER und ERWIN HARTERT.

Eingegangen am 29. August 1953.

[1]) HARTERT, E., u. O. GLEMSER: Naturwiss. **40**, 199 (1953). Ein ähnliches Ergebnis war kurz vorher ohne unsere Kenntnis von R. E. RUNDLE und M. PARASOL [J. Chem. Physics **20**, 1487 (1952)] veröffentlicht worden.

[2]) Darstellung von $In(OD)_3$: Vorsichtige Entwässerung von $In(OH)_3$ und anschließendes Erhitzen des gebildeten In_2O_3 mit schwerer Natronlauge im Einschlußrohr bei 160° C.

Zur Synthese höhermolekularer Polypeptide.

Seit einiger Zeit sind wir mit Untersuchungen über die Polykondensation von Aminosäureestern sowie Methylestern von Tri- und Pentapeptiden beschäftigt, um auf diesem Weg zu höhermolekularen Polypeptiden mit periodischem Aminosäuremuster zu kommen. Diese Kondensation gelingt durch Erhitzen der Ester, erfordert aber Temperaturen, bei denen Nebenreaktionen auftreten können. Unter sehr milden Bedingungen dagegen kommt man, wie wir fanden, zum Ziel, wenn die Kondensation in organischen Solventien (z.B. Benzol oder Äther) durch Katalysatoren beschleunigt wird. Als solche bewährten sich Protonenfänger wie Natriumalkoholat, Natriumamid und ganz besonders Natrium- bzw. Kaliumtrityl sowie ähnlich gebaute metallorganische Verbindungen.

Die sich unter diesen Bedingungen bei Raumtemperatur schnell bildenden höheren Polypeptidester fallen aus der Lösung aus und werden dadurch dem weiteren Umsatz entzogen. Ihr Kondensationsgrad hängt also von ihrer Löslichkeit ab; in Solventien, in denen sich die Reaktionsprodukte wenig lösen, ist er niedrig; in solchen mit gutem Lösungsvermögen liegt er höher.

Das nach Verseifung des Reaktionsproduktes erhaltene Gemisch höhermolekularer Peptide kann durch Papierchromatographie, Hochspannungselektrophorese oder in größerem Maßstabe durch fraktionierte Gegenstromverteilung mit einer vollautomatischen 200stufigen Apparatur[1]), wie sie in unserem Institut entwickelt wurde, getrennt werden.

Aus Glycinester erhielten wir in Äther mit Natriumtrityl in 35%iger Ausbeute ein wasserunlösliches Polyglycin vom Kondensationsgrad 12 bis 13. Ein analoger Versuch mit DL-Alaninmethylester lieferte ein wasserlösliches Poly-DL-alanin vom gleichen Kondensationsgrad. Es konnte papierchromatographisch von DL-Alanin und niedermolekularen DL-Alaninpeptiden abgetrennt werden.

Durch Kondensation von Glycyl-DL-alanyl-DL-phenylalaninmethylester in Benzol-Äther (1:1) gewannen wir mit Natriumtrityl als Katalysator ein Reaktionsprodukt, aus dem sich eine in Alkohol und Wasser unlösliche Fraktion vom mittleren Mol.-Gewicht 1800, d.h. vom Kondensationsgrad 5 bis 6 (Pentadeca- bzw. Octadecapeptid) abtrennen ließ.

Organisch-Chemisches Institut der Universität Göttingen.

HANS BROCKMANN und HANS MUSSO.

Eingegangen am 24. September 1953.

[1]) METZSCH, A. F. v.: Chem.-Ing.-Techn. **25**, 260 (1953).

Trennung von Alkaloiden durch Papierelektrophorese.

Die elektrophoretische Trennung von Stoffgemischen auf Filtrierpapier ist besonders für Aminosäuren[1]) und Proteine[2]) mehrfach beschrieben worden. Wir haben gefunden, daß auch Alkaloide unter geeigneten Bedingungen durch Papierelektrophorese gut aufgetrennt werden. Verwendet wurde die Elektrophorese-Apparatur nach GRASSMANN[3]). Als Elektrolyt

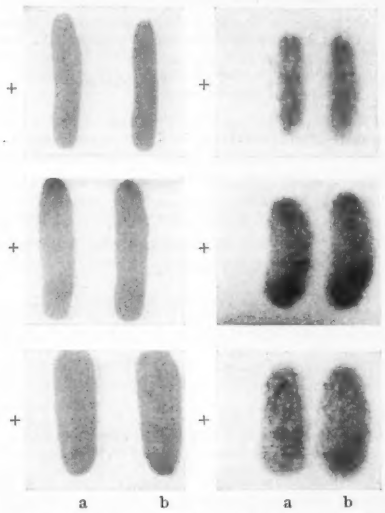


Fig. 1. Elektropherogramme. Links: Scopolamin (a) — Hyoscyamin (b). Natriumboratpuffer p_H 8,6; Laufzeit 2 Std. Rechts: Brucin (a) — Strychnin (b). Natriumcitratpuffer p_H 3,5; Laufzeit 5 Std. Von oben nach unten je 30 γ, je 40 γ, je 50 γ.

wird eine Pufferlösung verwendet, wobei der günstigste p_H-Bereich für jedes Alkaloidgemisch durch Versuche zu ermitteln ist; für die Trennung von Solanaceen-Alkaloiden bewährt sich z.B. m/5 Boratpuffer nach SÖRENSEN p_H 8,6; für die Trennung von Brucin-Strychnin ist Citratpuffer p_H 3,5 geeignet. Die zu trennenden Alkaloide, die als Salze oder Basen vorliegen können, werden in einer Konzentration von 20 bis 200 μg in 10 μl Lösungsmittel mit Hilfe einer Kapillarpipette als gleichmäßiger Streifen in etwa $^2/_3$ der Papierbreite auf das trockene Elektrophoresepapier (Whatman Nr. 1 oder Schleicher & Schüll Nr. 2043b) aufgetragen. Dann wird der Papierstreifen mit Pufferlösung besprüht und in das Gerät eingehängt. Nach 2 bis 5stündiger Elektrophorese sind die Alkaloide 3 bis 10 cm gewandert und im allgemeinen ausreichend getrennt. Die Papierstreifen werden dann getrocknet und die Alkaloide

durch Besprühen mit DRAGENDORFF-Reagens als orangerote Flecke auf gelblichem, schnell verblassendem Grund sichtbar gemacht Wegen der geringen Farbintensität ist eine photometrische Auswertung wie bei mit Amidoschwarz angefärbten Proteinelektropherogrammen nicht ohne weiteres möglich. Wir fanden aber, daß eine recht gute lineare Beziehung zwischen dem Flächeninhalt der Flecke und der Alkaloidmenge besteht, so daß innerhalb eines Konzentrationsbereiches von etwa 30 bis 150 µg Gesamtalkaloid eine halbquantitative Bestimmung durch planimetrische Auswertung möglich ist.

Mit der sog. „Vertikal"-Apparatur von GRASSMANN und HANNIG[4]), unter Verwendung von Schleicher & Schüll-Papier Nr. 2040a, läßt sich die Trennung von Alkaloidgemischen auch kontinuierlich durchführen. Nach etwa 40 Std Laufzeit lassen sich etwa 100 mg eines Akaloidgemisches quantitativ in die Komponenten trennen. In den einzelnen Fraktionen werden

Fig. 2. Kontinuierliche ionophoretische Trennung. Hyoscyamin (ganz rechts) und Scopolamin (Mitte) im Verhältnis 2:1. Ganz links zur Indizierung Bromphenolblau. $P = 160$ V; $i = 10$ mA; Veronalpuffer nach MICHAELIS; $p_H = 8{,}6$.

die Alkaloide in bekannter Weise durch Alkalisieren, Ausschütteln mit Lösungsmitteln und Titration bestimmt und können nach Vereinigung der zusammengehörenden Fraktionen präparativ gewonnen werden.

Analytisches Zentrallaboratorium der Firma C. H. Boehringer Sohn, Ingelheim a. Rhein.

W. DECKERS und J. SCHREIBER.

Eingegangen am 14. September 1953.

[1]) WIELAND, TH., u. E. FISCHER: Naturwiss. **35**, 29 (1948).
[2]) TURBA, F., u. H. J. ENENKEL: Naturwiss. **37**, 93 (1950). — WEBER, R.: H. A. **34**, 2031 (1951). — GRASSMANN, W., u. K. HANNIG: Naturwiss. **38**, 200 (1951).
[3]) Herstellerfirma: Dr. Bender & Dr. Hobein, München.
[4]) GRASSMANN, W., u. K. HANNIG: Z. phys. Chem. **292**, 32 (1953).

Über den Nachweis einiger Isonicotinsäure- und Nicotinsäureabkömmlinge auf Filtrierpapier.

Beim Versuch, verschiedene Isonicotinsäure- und Nicotinsäureabkömmlinge[1]) in biologischem Untersuchungsmaterial auf Filtrierpapier nachzuweisen, traten bei Verwendung der üblichen Färbemethoden teils methodische Schwierigkeiten auf, teils überdeckten sich gleichartig reagierende Substanzen. Die im folgenden geschilderten Verfahren gestatten unter Berücksichtigung der R_f-Werte in indifferenten Lösungsmitteln eine Unterscheidung verschiedener Isonicotinsäure- und Nicotinsäurederivate. Es wurden nur Reaktionen benutzt, deren Erfassungsgrenze unter 6 µg auf dem Filtrierpapier liegt. Besonderer Wert wurde auf die Erkennung des Isonicotinsäurehydrazids gelegt. Soweit der Reaktionsausfall nicht in Tabelle 1 angeführt ist, wird er den Methoden in Klammern beigefügt.

1. Die folgenden Verfahren schließen sich an die von KÖNIG[2]) aufgefundene Reaktion des Pyridinkernes mit Bromcyan und Ammoniak oder einem aromatischen Amin an:

a) 2 min im geschlossenen Gefäß einer Bromcyan-Atmosphäre aussetzen, mit 10%iger Natronlauge besprühen und kurze Zeit auf 100° C erwärmen, bis die fluoreszierenden Flecke hervortreten (Tabelle 1).

b) o-Phenylendiamin-Methode: Dieses Verfahren zeichnet sich nicht nur durch seine Empfindlichkeit aus, sondern auch durch seine unterschiedliche Färbung von Abkömmlingen der Nicotinsäure (karminrot) und denen der Isonicotinsäure (blauviolett): Mit einer 2%igen wäßrigen Lösung von o-Phenylendiamin besprühen, trocknen und dann bis zum Hervortreten der Farbflecke einer Bromcyan-Atmosphäre aussetzen. Neutrales oder schwach alkalisches Milieu ist Voraussetzung (Tabelle 1).

Tabelle 1.

	1a BrCN + NaOH	1b o-Phenylendiamin + BrCN	2 p-Dimethylaminobenzaldehyd
Isonicotinsäure	blaue Fluoreszenz 3 µg	violett 0,2 µg	—
Isonicotinsäureamid	blaue Fluoreszenz 1 µg	blauviolett 0,2 µg	—
Isonicotinsäurehydrazid (INH)	grünblaue Fluoreszenz 0,2 µg	—	gelb 1 µg
p-Oxybenzalisonicotinsäurehydrazon	fluoresziert bereits ohne BrCN	—	gelb 6 µg
(Hydrazinhydrochlorid)	grünblaue Fluoreszenz 1 µg	dunkler Fleck im UV-Licht 4 µg	rot 0,1 µg
Isonicotinursäure	—	violett*) 1 µg	—
Nicotinsäure	dunkler Fleck 2 µg	karminrot 0,2 µg	gelb 3 µg
Nicotinsäureamid	blaue Fluoreszenz 0,5 µg	gelb bis karminrot 0,2 µg	gelb 3 µg
Nicotinursäure	—	karminrot*) 1 µg	—

*) Nach Exposition des Chromatogrammes in einer HCl-Atmosphäre für 60 min und anschließendem Aufsprühen einer gesättigten wäßrigen Lösung von K_2HPO_4.

2. Mit einer Lösung von p-Dimethylaminobenzaldehyd (6 g p-Dimethylaminobenzaldehyd werden in 100 ml Eisessig gelöst) besprühen und trocknen, bis abhängig von der Konzentration rote bzw. gelbe Flecke sichtbar werden (Tabelle 1).

3. Aufsprühen einer 20%igen wäßrigen Selendioxydlösung und trocknen, bis rote Flecke deutlich werden. (INH rot 3 µg, p-Oxybenzalisonicotinsäurehydrazon rot 5 µg, Nicotinsäure und Isonicotinsäure ergeben keine Farbe, denn Selendioxyd weist die Hydrazingruppe nach.)

4. Besprühen mit einer 0,2%igen Ninhydrinlösung (in 95 Teilen Methanol und 5 Teilen 5%iger Essigsäure) und anschließend kurze Zeit auf 100° C erwärmen, bis die Flecke sichtbar werden. (Von den in Tabelle 1 aufgeführten Substanzen zeigt nur INH gelbe Farbe, Empfindlichkeitsgrenze 1 µg.)

5. Mit Benzoylchlorid und anschließend 10%iger Natronlauge besprühen und auf 80° C erwärmen, bis die Fluoreszenz im UV-Licht deutlich wird. (Nur INH ergibt von den in Tabelle 1 angeführten Substanzen blaue Fluoreszenz, Empfindlichkeitsgrenze 0,1 µg.)

Die Bromcyanfluoreszenz (Nr. 1a) eignet sich im Eluat aus den Papierchromatogrammen zur quantitativen Bestimmung (besonders des INH). Am besten bewährte sich uns folgende Versuchsanordnung: 1 ml neutrales Eluat mit 1 ml 4%iger wäßriger Bromcyanlösung (nicht unbeschränkt haltbar) für 5 min in ein siedendes Wasserbad gebracht und dann mit 0,5 ml 32%iger Natronlauge versetzt. Die Bestimmung erfolgt in einer Fluorometeranordnung in Kombination mit dem PULFRICH-Photometer von Zeiß-Jena. Im Untersuchungsgut lassen sich 0,5 µg INH/ml nachweisen. Das LAMBERT-BEERsche Gesetz wird nur bis zu Konzentrationen von 25 µg/ml in genügender Annäherung erfüllt.

Die Anwendung der geschilderten Verfahren wird an anderer Stelle ausführlich beschrieben werden.

II. Medizinische Universitätsklinik Frankfurt a.M. (Direktor: Prof. Dr. med. M. GÄNSSLEN).

F. LEUSCHNER.

Eingegangen am 5. Oktober 1953.

[1]) Ein Teil der verwendeten Substanzen wurde uns freundlicherweise von den Farbenfabriken Bayer, Leverkusen, zur Verfügung gestellt.
[2]) KÖNIG, W.: J. prakt. Chem. **83**, 406 (1911).

Zur Frage der Bedeutung biologischer Red-Oxsysteme.

(Vorläufige Mitteilung.)

Die Möglichkeit einer Stoffwechselregulierung über das Sulfhydril-Disulfidsystem wurde häufig diskutiert. Endgültige Beweise ließen sich bisher nicht erbringen. Durch Versuche mit antibiotischen Wirkstoffen glauben wir das vorliegende Beweismaterial erweitern zu können.

Unsere Untersuchungen gingen von folgendem Grundgedanken aus: Verschiedene, chemisch nicht miteinander verwandte Substanzen (Thyreostatika, Tuberkulostatika, Arsenverbindungen, Antibiotika, Östrogene, Vitamin A) können bei entsprechender Dosierung neben ihrer spezifischen Vitamin-, Hormon- oder therapeutischen Wirkung eine einheitliche periphere Wirkung entfalten, welche sich bei wachsenden Tieren und auch beim Menschen in beschleunigtem Wachstum bzw. vermehrtem Nährstoffansatz äußert. Der Effekt der Thyreostatika wurde durch die Senkung des Grundumsatzes erklärt, welche der Herabsetzung der Hormonproduktion in der Schilddrüse parallel geht. Die Thyreostatika (Tb I, INH) können — entsprechend ihrer chemischen Konstitution — mit den freien Ketogruppen der NNR-Hormone reagieren und diese physiologisch ausschalten, wobei der vermehrte Nährstoffansatz hier durch Herabsetzung der NNR-Hormonaktivität erklärt werden kann.

Durch Verfütterung kleiner Dosen organischer Arsenpräparate oder Antibiotika (Penicillin, Streptomycin, Aureomycin und Terramycin) oder durch Verabreichung hoher Dosen von Östrogenen oder Vitamin A kann ebenfalls ein zusätzlicher Nährstoffansatz erzielt werden. Diese Verbindungen entfalten einheitlich eine antithyreotoxische Wirkung[1],[2]), die aber unterschiedlich zu den Thyreostatika nicht an der Schilddrüse selbst angreift. Anscheinend wird hier durch Blockierung des Thyroxinrezeptorsystems eine volle Entfaltung der Thyroxinwirkung unmöglich.

Es ist bekannt, daß Arsen, Penicillin und Streptomycin reaktionsfähige SH-Gruppen inaktivieren[3]). Nach unseren Arbeiten kann die Reaktion des Cysteins mit Nitroprussidnatrium ebenfalls durch Aureomycin und Terramycin unterbunden werden. Außerdem wird die Hemmung des O_2-Verbrauches, die nach Zusatz der genannten Antibiotika zu einem Leberhomogenat oder zu Hefezellen beobachtet werden kann, durch Cystein aufgehoben. Danach dürften wohl alle für Wachstumswirkungen in Frage kommenden Antibiotika mit SH-Gruppen reagieren.

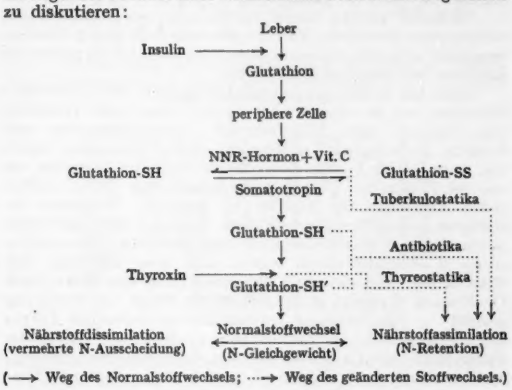
Nach unseren Versuchen läuft die SH-Reaktion der Antibiotika in vivo (Wachstumsversuch an Ratte und Schwein) mit hypertrophischen Veränderungen der NNR parallel. Beim Menschen führt die Verabreichung therapeutischer Dosen von Penicillin zu einer typischen Alarmreaktion [SELYE[4])]. Weiterhin kann nach unserer Beobachtung die bei längerer Cortisonverabreichung auftretende Atrophie — Gewichtsabnahme — der NN durch Zuführung von Antibiotika verhindert werden. Anscheinend wird das Rezeptorsystem der NNR-Hormone blockiert und der Organismus dadurch zu vermehrter Hormonproduktion veranlaßt. Die SH-Gruppe könnte dieses Rezeptorsystem sein, was als ein weiterer Hinweis für den schon diskutierten Synergismus Ferment-SH-NNR-Hormon gelten kann[5]). Das Antibiotikum verschiebt danach im Wachstumsversuch das Red-Oxpotential der Zelle zur positiven Seite, und die NNR stellt langsam durch Hypertrophieren die physiologischen Verhältnisse wieder her. In dieser Art wird man sich zur Hauptsache die „Wachstumswirkungen" antibiotischer Wirkstoffe und organischer Arsenpräparate erklären müssen. Nach orientierenden Versuchen werden das Vitamin A und die Östrogene in derselben Form wirksam.

Der „stationäre Zustand" des intermediären Stoffwechsels läßt sich also 1. durch Herabsetzung der Schilddrüsenaktivität, 2. durch Herabsetzung der NNR-Aktivität und 3. durch Änderung des Red-Oxpotentials der Zelle in Richtung Nährstoffassimilation verschieben, wobei entsprechend dem „stationären Zustand" das beeinflussende Moment nur gering zu sein braucht. Damit läßt sich die eiweißsparende Wirkung der Antibiotika und der übrigen genannten Substanzen mit dem einen von KLINGENBERG[6]) angegebenen Mechanismus der eiweißsparenden Wirkung der Kohlenhydrate auf eine Stufe stellen.

Aus dem Vorstehenden folgt: Wenn z. B. das Penicillin oder das Vitamin A einerseits peripher die Thyroxinwirkung abschwächen, andererseits aber eine typische Alarmreaktion (SELYE) auslösen, so muß zwischen dem Rezeptorsystem der NNR-Hormone und dem des Schilddrüsenhormons eine Verbindung bestehen, die nach unseren Untersuchungen an der SH-Gruppe zu suchen ist, und zwar derart, daß die reduzierende Wirkung der NNR-Hormone durch die ebenfalls an der SH-Gruppe ansetzende aktivierende Wirkung des Thyroxins noch unterstützt wird. Hieraus resultiert ein normaler Stoffwechsel, der durch Beeinflussung der Schilddrüsenaktivität, der NNR-Aktivität oder der SH-Gruppenaktivität in gleicher Weise geändert werden kann.

Nach MANSFELD[7]) steigert das Thyroxin nur dann den Sauerstoffverbrauch eines Leberhomogenats, wenn der aeroben eine anaerobe Phase vorausgeht. Wenn die nach den Versuchen von KLINGENBERG[6]) in der anaeroben Phase frei werdenden SH-Gruppen zur Wirkungsentfaltung des Thyroxins notwendig sind, so muß sich die anaerobe Phase durch einen Cysteinzusatz ersetzen lassen. Tatsächlich besteht nach unseren Versuchen eine Abhängigkeit zwischen SH-Gruppen und Thyroxinwirkung. Dosiert man z. B. den Thyroxinzusatz zu einem Leberhomogenat derart, daß gerade weder eine Aktivierung noch eine Hemmung des O_2-Verbrauches eintritt, so kann die aktivierende Wirkung des Thyroxins durch Zuführung von Cystein wiedergewonnen werden.

Da den oben genannten Wirkstoffen (Antibiotika usw.) eine somatotropinähnliche, dem Insulin aber wahrscheinlich[8]),[9]) eine Glutathion-verteilende Wirkung zuerkannt werden muß, ist folgendes Schema einer hormonellen Stoffwechselregulation zu diskutieren:



(⟶ Weg des Normalstoffwechsels; ⇢ Weg des geänderten Stoffwechsels.)

Weitere Versuche werden durchgeführt.

Institut für Physiologie und Ernährung der Tiere der Universität München (Direktor: Prof. Dr. Dr. JOHS. BRÜGGEMANN).

JÜRGEN SCHOLE.

Eingegangen am 12. Oktober 1953.

[1]) MEITES, J., u. R. C. OGLE: Proc. Soc. Exper. Biol. a. Med. **77**, 758 (1951).
[2]) DESCLIN, L.: C. r. Soc. Biol. Paris **146**, 781 (1952).
[3]) VOGEL, H.: Die Antibiotika. Nürnberg 1951.
[4]) BEIGLBÖCK, W., u. R. CLOTTEN: Klin. Wschr. **1952**, 5.
[5]) Probleme des Hypophysen-NNR-Systems (Erstes Freiburger Symposion) zusammengest. von WEISSBECKER. Berlin: Springer 1953.
[6]) KLINGENBERG, H. G., u. W. ROSENKRANZ: Biochem. Z. **323**, 363 (1952).
[7]) JORES, A.: Klinische Endokrinologie. Berlin: Springer 1949.
[8]) BINKLEY, F., G. M. CHRISTENSEN u. F. C. WU: J. of Biol. Chem. **192**, 29 (1951).
[9]) BINKLEY, F., S. FUJII u. I. R. KIMMEL: J. of Biol. Chem. **186**, 159 (1950).

Möglicher Wirkungsmechanismus der Biotin-Wirkung weißer Watte.

MÜCKE[1]) berichtet über eine Biotinwirkung weißer Watte, welche an *Allescheria boydii* 1699 als Testobjekt beobachtet wurde.

Die Frage, durch was die Wuchswirkung der weißen Watte verursacht wird, blieb offen. Es sei uns daher gestattet, auf die Arbeiten von WILLIAMS und FIEGER[2]) sowie WILLIAMS, BROQUIST und SNELL[3]) hinzuweisen, welche im Falle von *Lactobacillus casei* feststellen konnten, daß Biotin die Funktion eines Netzmittels in der Zelle ausübt, d. h. die Oberflächenspannungsverhältnisse an der Zellmembran (Membranpotential) verändert. Auch kommen die erwähnten Autoren zu dem Schluß, daß die Oberflächenwirkung des Biotins auch durch andere oberflächenaktive Stoffe in der Regel vollwertig ausgeübt werden kann.

Wir möchten daher die Möglichkeit im Auge behalten, die obigen Verhältnisse zur Erklärung der MÜCKEschen Resultate heranzuziehen. Es ist nicht ausgeschlossen, daß oberflächenaktive Stoffe (Netzmittel, optische Bleichmittel und oder bläuende Farbstoffe mit kapillaraktiver Wirkung), welche, fabrikationstechnisch bedingt, an der Watte adsorbiert sind, die von MÜCKE beobachtete Biotonwirksamkeit entfalten.

Regina General Hospital, Munroe Wing, Research Laboratory, Regina, Sask., Canada.

ROLAND FISCHER.

Eingegangen am 5. Oktober 1953.

[1]) MÜCKE, D.: Naturwiss. **40**, 443 (1953).
[2]) WILLIAMS, W. L., u. E. A. FIEGER: J. of Biol. Chem. **170**, 399 (1947).
[3]) WILLIAMS, W. L., H. P. BROQUIST u. E. E. SNELL: J. of Biol. Chem. **170**, 619 (1947).

Der „Tribolium-Imago-Faktor" (TIF) durch Carnitin ersetzbar.

Auf synthetischen Diäten aufgezogene Larven des Reismehlkäfers *Tribolium confusum* vollziehen die Metamorphose von der Puppe zur lebensfähigen Imago nur dann, wenn in der Nahrung außer Eiweiß, Kohlenhydrat, anorganischen Salzen, Vitaminen und einem Sterin ein weiterer Faktor vorhanden ist [= TIF, siehe[3]),[5])].

Verfasser konnte durch Darstellung von Konzentraten wahrscheinlich machen, daß der gesuchte Stoff durch Carnitin ersetzbar ist[4]). Die nunmehr beendeten weiteren Experimente brachten die erwünschten Beweise:

Zunächst wurden im Chemischen Institut der Universität München und im eigenen Laboratorium nach dem Verfahren von STRACK und Mitarbeitern[6]) Carnitinpräparate aus LIEBIGS Fleischextrakt gewonnen, deren Austestung ergab, daß etwa 0,5 bis 1 γ der gewonnenen Substanz genügten, um das bei Fehlen des TIF in den synthetischen Diäten auftretende Absterben der Puppen zu beheben. Weiterhin bestätigten neuerdings durchgeführte Versuche mit synthetisch gewonnenem d, l-Carnitinchlorid diese Befunde. Das synthetische d, l-Carnitinchlorid wurde nach dem Verfahren von STRACK und Mitarbeitern[7]) dargestellt und von Herrn Prof. Dr. STRACK (Leipzig) in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt. — Alle Versuche wurden mit synthetischen Diäten unternommen, die als Eiweißquelle vitaminfreies Casein der Firma Hoffmann-La Roche oder ein Aminosäurengemisch[3]),[5]) und als Kohlenhydratquelle Reisstärke oder Glukose (Dextropur DAB 6) enthielten.

Die notwendige Mindestdosis von d, l-Carnitinchlorid liegt bei etwa 0,3 bis 0,4 γ je g Diät. Dosierungen bis zu 100 γ je g Diät wurden ohne Schädigung der Tiere vertragen. — Die Zufütterung von Carnitin hatte keine Wachstums- oder Entwicklungsbeschleunigung zur Folge.

Aus den Befunden ergibt sich die interessante Tatsache, daß das Carnitin, das auf Grund der Arbeiten von FRAENKEL und Mitarbeitern[1]),[2]) von den Larven von *Tenebrio molitor* und *Palorus ratzeburgi* als lebensnotwendiger Wachstumsfaktor mit der Nahrung aufgenommen werden muß, von den Larven von *Tribolium confusum* nur benötigt wird, um den aus diesen Larven hervorgehenden Puppen den Metamorphoseschritt zur Imago zu ermöglichen.

Zoologisches Institut der Universität München (Abteilung: Paul-Buchner-Institut für Experimentelle Symbioseforschung).

GUSTAV FRÖBRICH.

Eingegangen am 28. September 1953.

[1]) CARTER, H. E., P. K. BHATTACHARYYA, K. R. WEIDMAN u. G. FRAENKEL: Arch. of Biochem. a. Biophysics **35**, 241 (1952).
[2]) COOPER, M. I., u. G. FRAENKEL: Physiologic. Zool. **25**, 20 (1952).
[3]) FRÖBRICH, G., u. K. OFFHAUS: Naturwiss. **39**, 575 (1952).
[4]) FRÖBRICH, G.: Naturwiss. **40**, 344 (1953).
[5]) FRÖBRICH, G.: Z. Vitamin-, Hormon- u. Fermentforsch. **1953**.
[6]) STRACK, E., PH. WÖRDEHOFF u. H. SCHWANEBERG: Hoppe-Seylers Z. **238**, 183 (1936).
[7]) STRACK, E., H. RÖHNERT u. I. LORENZ: Chem. Ber. **86**, 525 (1953).

Die Caseindosierung in synthetischen Diäten für die Aufzucht von Tribolium confusum Duv. (Tenebrionidae, Coleoptera).

Für Untersuchungen, Larven des Reismehlkäfers *Tribolium confusum* auf synthetischen Diäten aufzuziehen und zur Entwicklung zu bringen, wird als Eiweißquelle neben Aminosäurengemischen vor allem vitaminfreies Casein verwendet. Wie FRÖBRICH und OFFHAUS[1]),[2]),[3]) beschrieben, bewährte sich bisher ein Caseinanteil von 50% in den synthetischen Kostformen. Durch neuere Untersuchungen wurde erkannt, daß der Caseinanteil wesentlich herabgesetzt werden kann, wenn das Casein sehr fein gemahlen wird. Es genügen dann 20 bis 25% Casein in der Diät, um eine normale Entwicklungszeit der Larven zu gewährleisten.

In synthetischen Diäten, die als Kohlenhydratquelle Glukose (Dextropur DAB 6) enthielten, bewirkte ein Anteil von 40 und mehr % eines sehr fein gemahlenen Caseins als Eiweißquelle der synthetischen Diät bereits eine deutliche Wachstums- und Entwicklungsverzögerung der Larven, während Kostformen, deren Kohlenhydratquelle Reisstärke war, erst bei einer Dosierung von 50% desselben feingemahlenen Caseins eine Verzögerung des Larvenwachstums und der Zeit bis zur Verpuppung aufzeigten.

Offenbar sind die früher erzielten guten Wachstums- und Entwicklungserfolge mit 50%igem Caseinanteil[1]),[2]),[3]) darauf zurückzuführen, daß die Körnung des Caseins zu grob war, so daß die Larven mit ihren relativ kleinen Mundwerkzeugen das in der Diät vorhandene Casein nur teilweise verwerten konnten. Wird das Casein nun aber fein gemahlen, so gelangt mehr von dem in den Diäten enthaltenen Casein in den Darm der Larven, und bei hohem Caseinanteil in den synthetischen Kostformen macht sich eine Überdosierung an Eiweiß bemerkbar, die sich in Wachstums- und Entwicklungsverzögerung manifestiert.

Bei der Herstellung von synthetischen Diäten für die Aufzucht von Triboliumlarven mit Casein als Eiweißquelle ist also im Wachstumstest zu prüfen, welche Dosierung des jeweils zur Verfügung stehenden gemahlenen Caseins eine optimale Entwicklung ermöglicht.

Zoologisches Institut der Universität München (Abteilung: Paul-Buchner-Institut für Experimentelle Symbioseforschung).

GUSTAV FRÖBRICH.

Eingegangen am 28. September 1953.

[1]) FRÖBRICH, G., u. K. OFFHAUS: Naturwiss. **39**, 575 (1952).
[2]) FRÖBRICH, G.: Z. Vitamin-, Hormon- u. Fermentforsch. **1953**.
[3]) FRÖBRICH, G., u. K. OFFHAUS: Z. Vitamin-, Hormon- u. Fermentforsch. **1953**.

Metachromasy of living bacterial suspensions.

Suspensions of different micro-organisms, f. i. *Micrococcus lysodeikticus*, when brought into contact with diluted solutions of toluidine blue (final concentration $M \cdot 10^{-4}$) show a beautiful metachromasy, the colour of the suspensions turning immediately to purple-red, the absorption maximum being situated at 560 mμ.

So far as we know, this metachromasy by living suspensions of bacteria has never been studied and seems to have escaped observation. This is probably due to the salt sensitivity of the metachromasy in question. We have found indeed that this metachromasy disappears in the presence of rather small concentrations of salts, f. i. of the monovalent cations Na^+ and K^+ $5 \cdot 10^{-2}$ M, of the bivalent cations Mg^{++} and Sr^{++} $5 \cdot 10^{-4}$ M. This fact is in agreement with the well known influence of salts upon metachromasy[1-5]).

As metachromasy is due to an electro-adsorption of the cations of the basic dye by the acidic groupings of macromolecules[2]), followed by an orientation of the organic skeletons of the dye by VAN DER WAALS forces[3]), the facts we observed indicate the presence of acidic groupings of macromolecules at the surface of *Micrococcus lysodeikticus*. It is well known that *Micrococcus lysodeikticus* is lysed by lysozyme, the lysis being due to an enzymatic change brought about in a polysaccharide fraction situated at the surface of *Micrococcus lysodeikticus*. In an earlier communication we came to the conclusion[6]) that this substrate of lysozyme probably is an acidic polysaccharide. This acidic polysaccharide might then be responsable for the metachromasy of suspensions of *Micrococcus lysodeikticus*. This hypothesis is supported by different results:

1. We have prepared cell walls of *Micrococcus lysodeikticus* by the method of SALTON[7]), the purity of the preparations being controlled by electron microscopic observations. The suspensions of these cell walls cause the same metachromasy as the suspensions of the micro-organisms themselves.

2. The metachromasy of cell wall suspensions of *Micrococcus lysodeikticus* disappears when they are degraded by lysozyme. A similar observation was made by LISON[8]) who has found that the metachromasy of hyaluronic acid disappears when this substrate is treated with hyaluronidase.

3. Hydrolysis of dried cell wall suspensions by H_2SO_4N followed by paper chromatography of the hydrolysis products reveals the presence of an acid fraction amongst the hydrolysis products.

Micro-organisms other than *Micrococcus lysodeikticus* also cause metachromasy, the condition always being that suspensions in distilled water are employed. Such is f. i. the case for different micro-organisms lysed by lysozyme, f. i. B megatherium, B-subtilis, different Pseudomonas.

Lysis of the micro-organisms by lysozyme is however not a necessary condition. Indeed a Staph. aureus of our collection, not lysed by lysozym, caused a splendid metachromasy. Suspensions of baker's yeast leave the colour of toluidine blue solutions completely unchanged, whilst suspensions of E. coli turn this colour to a small but definite extent to a purple blue.

We are indebted to G. VAN DER MERSCH of the Centrum for electron microscopy of this University for pictures of the cell wall preparations.

Biochem. Lab. Univ. Ghent (Belgium).

L. MASSART.

Eingegangen am 12. September 1953.

[1]) LISON, L.: Arch. Biol. Paris **46**, 599 (1935).
[2]) BANK, O., u. H. BUNGENBERG DE JONG: Protoplasma **32**, 492 (1939).
[3]) MASSART, L.: Verh. Kon. Vl. Acad. v. Geneeskunde Belg. **14**, 313 (1952).
[4]) LEVINE, A., u. M. SCHUBERT: J. Amer. Chem. Soc. **74**, 5702 (1952).
[5]) PUECH, G.: Thèse de Doctorat, Lyon 1953.
[6]) NIHOUL, E., L. MASSART u. G. VAN HEEL: Arch. int. Pharmacodynam. Thérap. **88**, 123 (1951).
[7]) SALTON, M.: Biochim. et Biophysica Acta **7**, 177 (1951).
[8]) LISON, L.: Histochimie et Cytochimie Animales, S. 335. Paris: Gauthier-Villars 1953.

Das symbiontische Bakterium in *Pelomyxa palustris* GREEFF II [1]).

In der vielkernigen Amöbe *Pelomyxa palustris* leben bekanntlich[2]) viele tausende symbiontische Bakterien. Es handelt sich um zwei verschieden breite Bakterienstäbchen, bei denen LEINER, WOHLFEIL und SCHMIDT[1]) geschlechtliche Vorgänge vermutet hatten — um meist GRAM-positive, 0,5 μ breite Stäbchen und etwa doppelt so breite, die nur in ihren jüngsten Exemplaren GRAM-positiv sind.

Es läßt sich nachweisen, daß die breiten Stäbchen, die in ihren jüngsten Altersgruppen längsgeteilt sind[3]), aus Paarlingsgruppen der schmalen durch engeres Aneinanderlegen und schließliches Verschmelzen der beiden Partner entstehen:

1. Bei einer kleinen Pariser Pelomyxenrasse findet man im Juli und August unter vielen Exemplaren immer einzelne Tiere, die überhaupt keine breiten Stäbchen haben, sondern neben vielen einzelnen GRAM-positiven oder -negativen schmalen nur Paarlingsgruppen von schmalen. Der Schluß, daß letztere die Vorstufe der breiten Stäbchen in den anderen Tieren sind, ist berechtigt.

2. Wenn man große Exemplare der großen Pelomyxenrassen in sterilem Grabenwasser durch etwa ein Dutzend Passagen wäscht, dann in sterilem Grabenwasser mit sterilem Kulturschlamm aufhebt und diese Waschung und Übertragung etwa eine Woche lang jeden Tag 1 bis 2mal vornimmt, erhält man Pelomyxen, die mit einiger Sicherheit außen und innen frei von Fremdkeimen sind. In dem Homogenat solcher Tiere, gleich nach der Herstellung untersucht, findet man manchmal neben GRAM-positiven schmalen Stäbchen nur breite ältere GRAM-negative Stäbchen, aber 1 bis 2 Std später untersucht, neben verhältnismäßig vielen GRAM-positiven Paarlingsgruppen 5 bis 25% GRAM-positive, längsgeteilte breite Stäbchen. Diese müssen jüngst entstanden sein. Etwa 8 bis 12 Std später können oft sämtliche GRAM-positiven breiten Stäbchen GRAM-negativ geworden sein. Die vielen Paarlingsgruppen sind verschwunden.

3. Die Versuche zur Isolierung der Symbionten aus ihren Wirtstieren führten zu jetzt zum Teil 3 bis 4 Jahre alten Laborstämmen, die ebenfalls schmale und breite Stäbchen haben können oder aber nur aus schmalen Stäbchen bestehen, die zu 10 bis 50% zu Paarlingsgruppen zusammengelagert sein können. In der Photographie unterscheiden sich diese von den breiten Stäbchen in der *Pelomyxa* meist nicht. Auf gewissen Nährböden (z. B. dem modifizierten HOHNschen Eierboden) verwachsen die beiden gleichgroßen, eng parallel nebeneinander liegenden Paarlinge häufig so stark, daß der Spalt verloren geht. Isoliert von den anderen Stäbchen würde man solche Paarlingsgruppen nicht für doppelte Stäbchen halten. Den Wechsel von GRAM-positiv zu GRAM-negativ zeigen auch die bei dem Isolierungsversuch erhaltenen Stämme. Die meisten der erhaltenen Stämme sind Reinzuchten aus großen Pelomyxen, die, wie oben beschrieben, von Fremdkeimen gereinigt waren, aber hinterher noch mit Bromwasser desinfiziert wurden. Im Kern der großen Tiere bleiben dann die Bakterien lebendig. Nur zwei Stämme wurden von Sprühplatten genommen, die noch einige Fremdkeime hatten. Der Nachweis der Identität mit den *Pelomyxa*-Symbionten wurde folgendermaßen geführt: Zwei Kaninchen wurden in Abständen von 3 bis 4 Tagen 5mal mit Pelomyxenhomogenat in steigender Dosis intravenös injiziert. Die dazu verwendeten Pelomyxen wurden durch etwa ein Dutzend Passagen in sterilem Wasser äußerlich weitgehend von Fremdkeimen gereinigt. Das Antiserum beider Kaninchen agglutinierte unsere sämtlichen isolierten Stämme. 1 Tropfen 1:50 verdünntes Antiserum mit 1 Tropfen Bakteriensuspension auf dem Objektträger vermischt, verursachte *sofort* makroskopisch sichtbar dicke

Fig. 1. Breite ältere GRAM-negative *Pelomyxa*-Bakterien. Beginnende Gonidienbildung. Aus einem mit Eisenhämatoxylin gefärbten Schnitt herausgezeichnet.

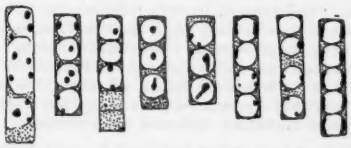


Fig. 2. Breite ältere *Pelomyxa*-Bakterien, angefüllt mit Gonidien. Sonst wie Fig. 1.

körnig-flockige Agglutinationen, während das Serum eines unbehandelten Kaninchens keinerlei Agglutination, auch keine nur mikroskopisch sichtbare, hervorrief. Der Endtiter, mit dem Agglutinoskop festgestellt, war nach 2 Std (Zimmertemperatur) bei einer Immunserum-Verdünnung 1:800 bis 1:1600 und nach 4 Std 1:1600 bis 1:3200. Die einzelnen Stämme hatten einen etwas verschiedenen Endtiter. Kontrollversuche mit dem Serum eines unbehandelten Kaninchens und mit Coli-Bakterien, die in dem Aufenthaltsort der Pelomyxen häufig vorkommen, waren negativ. Der KELLERSche[4]) Agglutinationsversuch ist kein Nachweis der Identität seiner Myxobakterien mit den Symbionten.

Die Zusammenlegung zweier schmaler Bakterien zu einem etwas mehr als doppelt so breiten Stäbchen und die Bildung *einer* Gonidienreihe in diesem doppelten Stäbchen lassen die Vermutung aufkommen, daß dabei ein sexueller Vorgang mitspielt. Meiotische Vorgänge bei der Gonidienbildung zu beobachten, ist bisher nicht gelungen (s. Fig. 1 und 2).

Chemisches Institut der Universität Mainz und Max-Planck-Institut für Chemie in Mainz.

MICHAEL LEINER und MARIA WOHLFEIL.

Eingegangen am 24. September 1953.

[1]) LEINER, M., M. WOHLFEIL u. D. SCHMIDT: Z. Naturforsch. **6b**, 158 (1951).
[2]) LEINER, M.: Arch. Protistenkunde **47**, 253 (1924).
[3]) LEINER, M., u. M. WOHLFEIL: Arch. Protistenkunde **98**, 227 (1953).
[4]) KELLER, H.: Z. Naturforsch. **4b**, 293 (1949).

Die DNS-Synthese im Wurzelmeristem von Vicia faba*).

In der Mitose werden die Längshälften so auf die Tochterkerne verteilt, daß Zahl und Gestalt der Chromosomen in beiden Kernen gleich sind. Damit enthält aber jeder Tochterkern nur die halbe Chromosomen*substanz*, und es muß dieser Halbierung zu irgendeinem Zeitpunkt vor der nächsten Anaphase eine Verdoppelung nachfolgen. Die Frage nach diesem Zeitraum innerhalb des gesamten Mitosezyklus ist Gegenstand der vorliegenden Untersuchung.

Als günstigstes Maß für die Chromosomensubstanz darf nach den heutigen Kenntnissen die Desoxyribosenucleinsäure (DNS) gelten, und zwar aus zwei Gründen:

1. Die DNS stellt die einzige chromosomenspezifische Substanz der Zelle dar. Ihre Menge pro Zellkern unterliegt bestimmten, heute weitgehend bekannten Gesetzmäßigkeiten. So besitzen grundsätzlich alle Somazellen eines tierischen Organismus die doppelte oder vielfache DNS-Menge der haploiden Keimzellen.

2. Es stehen heute Meßmethoden zur Verfügung, die mit genügender Genauigkeit den DNS-Gehalt eines Zellkernes bestimmen lassen. Neben die CASPERSSONsche UV-Absorptionstechnik sind in den letzten Jahren andere mikrophotometrische Absorptionsmethoden getreten, die auf der Stöchiometrie der FEULGENschen Nuklealreaktion aufbauen. Dabei wird mit einer ausreichend empfindlichen Photozelle die von den Farbmolekeln aus einem monochromatischen Licht von 5440 Å Wellenlänge absorbierte Lichtintensität gemessen und diese als relatives Maß der Anzahl der absorbierenden DNS-Molekeln benutzt. Dieses zuerst für Gewebsareale ausgearbeitete Prinzip[1]) haben dann vor allem POLLISTER und RIS[2]) für zytologische Untersuchungen ausgebaut. Auf der gleichen Basis konnten wir ein ganz entsprechendes Gerät entwickeln, dessen Einzelheiten in der ausführlichen Mitteilung angegeben sind.

Die hier gestellte Frage nach dem Zeitraum, in dem die Chromosomensubstanz im Zusammenhang mit der mitotischen Zellteilung verdoppelt wird, darf somit als Frage nach dem Zeitraum der DNS-Synthese aufgefaßt werden.

Als Objekt verwendeten wir das Wurzelmeristem von *Vicia faba* (Pferdebohne), in dem lediglich die Zellkerne der äußeren Periblemschichten, also der rein meristematischen Zone, berücksichtigt wurden. Von 310 Zellkernen aus mehreren Wurzelspitzen, und zwar von 20 Prophasen, 24 Telophasen und 266 Interphasen haben wir den DNS-Gehalt bestimmt. Die Werte der einzelnen Wurzelspitzen zeigten untereinander keine statistisch faßbaren Differenzen.

Aus den 20 Prophasen ergab sich ein Mittelwert von

$$M_P^t = 29{,}2 \pm 2{,}76 \text{ DNS-Einheiten,}$$

aus den 26 Telophasen ein solcher von

$$M_T^t = 14{,}39 \pm 1{,}89 \text{ DNS-Einheiten,}$$

(angegeben ist die dreifache mittlere Abweichung).

$$M_P^t = 2 \cdot M_T^t,$$

d.h., die Prophasekerne enthalten etwa die doppelte DNS-Menge wie die Telophasen. Zwischen Prophase und Telophase erfolgt also eine nahezu genaue Halbierung der Kern-DNS, jedoch *keine* DNS-Synthese. Diese geschieht vielmehr zwischen der Telophase und der nächsten Prophase, also in der sog. Interphase, dem „Ruhekern"-Stadium zwischen zwei Teilungen. Tabelle 1 zeigt die Verteilung der 266 Interphasewerte auf 9 DNS-Klassen zwischen M_P^t und M_T^t. Vergleicht man die vier aufgezeigten Messungsreihen miteinander, so läßt sich in keiner der 9 DNS-Klassen eine in allen Messungsreihen konstante Häufung feststellen. Besonders in der letzten Messungsreihe sind alle DNS-Klassen mit Ausnahme der Grenzwerte nahezu gleich besetzt.

Tabelle 1.

DNS-Klassen†)	14	16	18	20	22	24	26	28	30
K 21 I	1	3	7	8	11	6	12	5	2
K 21 II	3	5	5	4	6	9	15	7	9
K 29	1	9	10	6	12	16	17	12	5
K 26 II	2	3	10	9	10	9	9	4	4
Summe	7	20	32	27	39	40	53	28	20

†) DNS-Werte in relativen, willkürlich gewählten Einheiten.

Drei Ergebnisse sind festzustellen: 1. Die DNS-Synthese erfolgt nicht während der mitotischen Teilungsstadien, sondern in der Interphase. 2. In einem rein meristematischen Gewebe nimmt die DNS von der Telophase bis zur nachfolgenden Prophase fast gleichmäßig zu. 3. Vor Beginn der Prophase wird ein für alle Zellkerne dieses Meristems gleicher „Standardwert" erreicht. Da eine besondere Häufung dieses „Standardwertes" nicht vorliegt, ist zu folgern, daß diese Kerne sofort in die nächste Kernteilung eintreten.

Das erste Ergebnis, die DNS-Synthese als Vorgang der Interphase, ist auch aus ähnlichen Untersuchungen an anderen Objekten gefolgert worden[3–5]). Ältere Angaben[6]), [7]), aus denen eine besonders intensive DNS-Zunahme während der Prophase abzuleiten war, dürfen heute als widerlegt gelten. Ebenso konnten die Befunde von PASTEELS und LISON[8]), daß in verschiedenen Geweben der Ratte die DNS-Synthese schon in der Ana- oder frühen Telophase beginnt und mit der Rekonstruktion des Ruhekerns beendet ist, an anderen Objekten bisher nicht bestätigt werden.

Unser zweiter Befund, daß die DNS-Zunahme während der Interphase nahezu linear verläuft, ist noch nicht erhoben worden. Die mit ähnlicher Methodik von SWIFT[3]) gewonnenen Ergebnisse am Wurzelmeristem von *Zea mays* wiesen eher auf eine unregelmäßige DNS-Zunahme der Interphasekerne hin; möglicherweise war die Zahl der von ihm gemessenen Kerne zu klein. WALKER und YATES[5]) haben mit UV-Absorbtion an Fibroblastenkernen wohl eine allmähliche Zunahme der Interphasekerne gemessen; es fehlen aber gesicherte Angaben über die DNS-Werte der Telo- und Prophasen, also über Anfangs- und Endwerte der DNS-Synthese.

Durch die dritte Folgerung steht die DNS-Synthese im Zusammenhang mit der Teilungsauslösung: Nach Erreichen eines gewebsspezifischen „Standard-DNS-Wertes" wird im *meristematischen* Gewebe normalerweise sofort die Kernteilung begonnen; damit bestimmt die Intensität der DNS-Synthese die Dauer der Interphase. PELC und HOWARD[4]) glauben dagegen aus ihren ebenfalls am Wurzelmeristem von *Vicia faba* vorgenommenen Versuchen mit P^{32} folgern zu dürfen, daß die DNS-Synthese* jeweils 6 Std vor Beginn der Prophase beendet ist. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, daß die Zellen in den von uns gewählten äußeren Periblemschichten außerhalb der Streckungszone liegen, so daß Differenzierungsprozesse, wie sie von PELC und HOWARD eingehend erörtert werden, hier keine faßbare Rolle spielen. Die Prüfung des Einflusses von Zellfunktion und Differenzierung, die sich möglicherweise auf die interphasische DNS-Synthese auswirken, ist Gegenstand weiterer Untersuchungen an anderen Objekten.

Aus dem Pathologischen Institut (Ludwig-Aschoff-Haus) und aus dem Forstbotanischen Institut der Universität Freiburg i. Br.

E. GRUNDMANN und H. MARQUARDT.

Eingegangen am 21. August 1953.

*) Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

[1]) STOWELL, R. E.: J. Nat. Canc. Inst. 3, 111 (1942).
[2]) POLLISTER, A. W., u. H. RIS: Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol. 12, 147 (1947).
[3]) SWIFT, H. H.: Physiol. Zool. 23, 169 (1950). — Proc. Nat. Acad. Sci. USA 36, 643 (1950).
[4]) PELC, S. R., u. A. HOWARD: Exp. Cell Res. Suppl. 2, 269 (1952).
[5]) WALKER, M. B., u. H. B. YATES: Symposia Soc. Exp. Biol. 6, 265 (1952).
[6]) CASPERSSON, T.: Chromosoma 1, 147 (1939).
[7]) RIS, H.: Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol. 12, 158 (1947).
[8]) PASTEELS, J., u. L. LISON: Arch. Biol. 61, 445 (1950).

Histologische Veränderungen in Milz und Leber von Albinoratten nach Vitamin B_{12}-Gaben und Kobaltfütterung.

Bei Studien über die Angriffsorte von Vitamin B_{12} und über die Wirkung des Spurenelementes Kobalt konnte an zahlreichen Serien von geschlechtsreifen, etwa 130 g schweren Ratten festgestellt werden, daß tägliche intramuskuläre und orale Gaben von Vitamin B_{12} in Dosen von 0,5 γ aufwärts und ebenso die Fütterung von Kobalt in Tagesgaben von 0,05 mg/kg Körpergewicht als Kobaltchlorid und als komplexe Verbindung das retikuloendotheliale System der Milz aktiviert. Es treten auf: Vakuolisierung der Lymphozyten, Auflockerung der MALPIGHIschen Körperchen, besonders der Knötchenrandzonen, Ausschüttung und erhöhter Abbau der Lymphozyten und Bildung von zahlreichen Megakaryozyten (Riesenzellen), auch bei Alttieren. Dabei sind die Kerne der Riesenzellen wenig chromaffin. Sie zeigen bei Hämatoxylin-

Eosin-Färbung ein helles Blau und erscheinen durchsichtig. Neben- und Überlagerungen sind deutlich feststellbar. (Die Fig. 1—3 zeigen MALPIGHIsche Körperchen normal und nach Aktivierung sowie eine besonders starke Anhäufung von Megakaryozyten.)

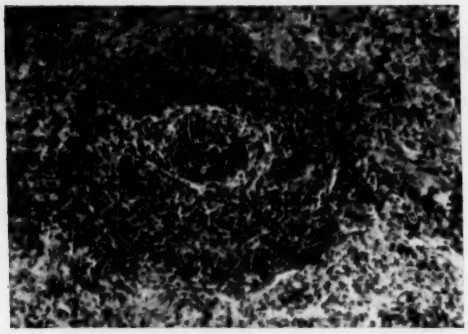


Fig. 1. MALPIGHIsches Körperchen von Kontrolltier. Normales histologisches Bild. Präp.-Nr. 128/53.

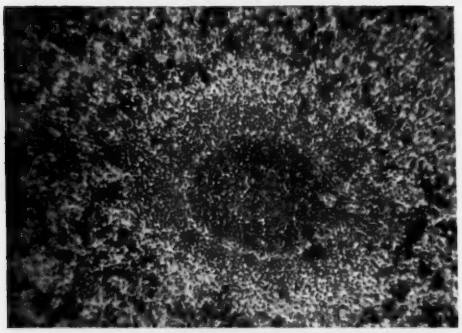


Fig. 2. MALPIGHIsches Körperchen mit entfärbter Knötchenrandzone infolge einer Aktivierung der Lymphozyten nach Gaben von Vitamin B_{12} in Dosen von 0,1 γ-% Futter. Präp.-Nr. 313/52.

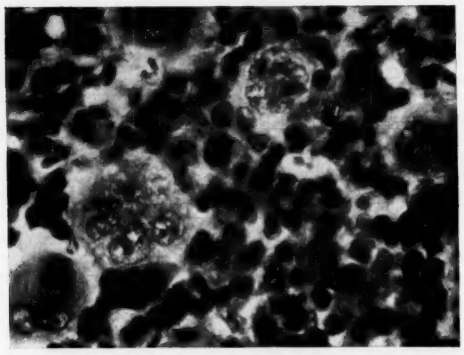


Fig. 3. Megakaryozyten aus Milz mit geblähten Kernen von Altratte, die mit Vitamin B_{12} in Dosen von 0,08 γ-% auf Futter ernährt wurde. Präp.-Nr. 254/53.

Auch das RES der Leber (KUPFFERsche Sternzellen) wird unter der Einwirkung von B_{12} und Co verändert. Die Kerne der KUPFFERschen Sternzellen werden gebläht und gehen besonders bei Co-Gaben in Teilung über, so daß man oft bis acht kleinere Sternzellen in Gruppen antrifft. Vitamin B_{12} und noch mehr das Kobalt erhöhen die Zahl der Mitosen im Leberparenchym ganz beträchtlich. Amitosen, die unter Plasmaverdichtung und Auflösung der Kernmembranen und anschließender körniger Diffusion der Nukleoproteide in das Zellplasma mit nachfolgender Zweikernbildung (FEULGEN-Nachweis) erfolgen, Polymorphie der Kerne (Kernunruhe) und Erhöhung der Kernzahlen sind typische Bilder.

Um den zeitlichen Ablauf des Effektes von Vitamin B_{12} und Kobalt zu prüfen und die Wechselbeziehungen zwischen Leber und Milz einer weiteren Klärung zuzuführen, wurden partielle und totale Splenektomien vorgenommen. Neben Kontrolltieren wurde ein Teil der Versuchstiere 1, 2, 3 und 5 Tage nach Beginn der Wirkstoffgaben getötet, dem anderen Teil wurde je $^1/_3$ oder $^1/_4$ der Milz, des öfteren auch ein Stück Leber entnommen. Die Teilentnahme von Leber und Milz hat keinen Einfluß auf das histologische Bild. Nur die Totalexstirpation der Milz aktiviert die Sternzellen.

Der Effekt einer B_{12}-Verabreichung (1 γ/kg Körpergewicht) setzt 12 Std post injectionem ein und hat unter allmählicher Steigerung nach etwa 72 Std seinen Höhepunkt erreicht. Noch 14 Tage nach Absetzen der B_{12}-Behandlung ist die Aktivierung in Milz und Leber nachweisbar. Bei Kobaltfütterung ist der Effekt fast gleich. Splenektomierte Alt- und Jungratten, die mit B_{12} behandelt waren, verendeten innerhalb von 3 Wochen regelmäßig nach der Operation. Mit Co oder Co + B_{12} behandelte Tiere überlebten bis 6 Wochen die Splenektomie. Die verendeten Tiere zeigen in der Leber trübe Schwellung, Pyknose, Karyorhexis und schließlich Karyolysis. Amyloid- und Fetteinlagerung ist nicht nachweisbar. Eisenfärbung der Leberschnitte zeigt bei Co-Fütterung in den Leberkapillaren *und* in den Parenchymzellen feinste körnige Niederschläge, bei B_{12}-Gaben findet man das Eisen nur zwischen den Erythrozyten oder als ringförmige Einlagerung in den Kapillarendothelien.

Nach Fortfall der Milz ist die Leber der jetzt einsetzenden Stoffwechselüberbelastung nicht mehr gewachsen, wenn durch Vitamin B_{12} die Erythro- und Lymphopoese erhöht ist. Ob der Eisenstoffwechsel oder ob die erhöhte Zahl der Mitosen und Amitosen in der Leber bei Co-Fütterung eine wirksame Komponente bzw. einen Ausgleich gegen diese Überbelastung darstellt, müssen weitere Versuche klären.

Die ausführliche Arbeit wird demnächst in „Vitamine und Hormone", Leipzig, erscheinen.

Aus der Anstalt für Vitaminforschung, Potsdam-Rehbrücke (Direktor: Prof. Dr. SCHEUNERT).

HANS GEBAUER.

Eingegangen am 31. August 1953.

Substanz P im Zentralnervensystem des Rindes *).

v. EULER und GADDUM[1]) fanden 1931 in alkoholischen Extrakten verschiedener Organe, besonders in Darm und Gehirn, ein pharmakologisch aktives Polypeptid, das sie Substanz P nannten. Diese Substanz erregt die Darmmuskulatur und senkt den Blutdruck, ahmt also die Wirkung von Acetylcholin nach, ohne jedoch durch Atropin antagonistisch beeinflußt zu werden. Schon diesen Autoren und GULLBRING[2]) fiel auf, daß die Basalganglien des Gehirnes mehr Substanz P als die Hirnrinde enthielten. Dies ist ein wichtiger Hinweis; denn Substanz P müßte sich in verschiedenen Hirngebieten in durchaus unterschiedlicher Menge vorfinden, wenn ihr eine spezifische Rolle für bestimmte Funktionen des Zentralnervensystems zukäme. Andererseits spräche eine uncharakteristisch gleichförmige Verteilung auf alle Teile des Gehirns gegen eine Verknüpfung mit den speziellen Funktionen einzelner Hirnabschnitte.

Vor kurzem haben PERNOW[3]) sowie KOPERA und LAZARINI[4]) die Verteilung von Substanz P (SP) im Gehirn untersucht. Gegen beide Autoren lassen sich Einwände erheben. Im Zentralnervensystem kommt nämlich möglicherweise nach AMIN, CRAWFORD und GADDUM, zitiert nach VOGT[5]), und nach eigenen im Gang befindlichen Versuchen auch Enteramin (5-Hydroxytryptamin) vor, das die Austestung der SP an isolierten Darmstücken (z. B. am Ileum des Meerschweinchens) stört, wodurch zu hohe SP-Mengen vorgetäuscht werden [FELDBERG und TOH[6])]. Diese Tatsache wurde von PERNOW[3]) sowie KOPERA und LAZARINI[4]) nicht berücksichtigt. Die Zahlenwerte letzterer Autoren haben im Gegensatz zu denen von PERNOW[3]) den weiteren Nachteil, daß sie sich auf ein eigenes Standardpräparat aus Darm beziehen, dessen Aktivität nicht definiert ist.

Wir untersuchten zehn Rindergehirne; der SP-Gehalt ist angegeben in „Einheiten" pro Gramm Frischgewicht. Wir

benutzten die von PERNOW[3]) definierte „Substanz P-Einheit" und schlagen späteren Untersuchern vor, sich gleichfalls dieser Einheit zu bedienen. SP wurde biochemisch und pharmakologisch identifiziert und nach DALGLIESH, TOH und WORK[8]) sowie FELDBERG und TOH[6]) ausgewertet, wodurch Störungen seitens Histamin, Acetylcholin und Enteramin [GADDUM[7])] vermieden wurden.

Tabelle 1.

	E/g	± ε
Ala cinerea	486,4	56,8
Sub-Ala cinerea†)	106,0	14,07
Trigonum hypoglossi	34,1	4,135
Hypothalamus	72,8	14,16
Thalamus	21,1	3,967
Nucleus caudatus	87,4	12,35
Substantia grisea centralis††)	148,6	14,26
Colliculus rostralis	92,3	4,388
Colliculus caudalis	121,9	7,32
Decuss. crurum cerebellum cerebral†††)	108,0	8,44
Cerebellum	1,3	0,635

†) Der der Ala cinerea entsprechende Bezirk unter dem Niveau des Bodens des IV. Ventrikels (Substantia reticularis grisea sowie tiefer reichende Teile der Ala cinerea).

††) Entnommen wurde eine etwa 1 mm tiefe Schicht um den Aquaeductus mesencephali.

†††) Die Proben enthielten wahrscheinlich auch kleinere Partien des Nucleus ruber und Nucleus niger.

$$\varepsilon = \pm \sqrt{\frac{\sum d^2}{n(n-1)}}$$

[ε = Mittlerer Fehler des Mittelwertes; d = Differenz der Einzelbeobachtung vom Mittelwert; n = Anzahl der Fälle (hier $n = 10$)].

Wie die Tabelle 1 zeigt, enthält die Ala cinerea ganz erstaunlich hohe Mengen von SP, die streng auf dieses Gebiet beschränkt sind und damit etwas mit der Funktion dieses Teiles der Medulla oblongata zu tun haben müssen; hier liegen der Nucleus terminalis alae cinereae und der Nucleus dorsalis visceromotorius, die beide sensible bzw. visceromotorische Kerne des Nervus vagus sind und für vegetative Reflexe größte Bedeutung besitzen. Die Area postrema, eine auffallende Ependymwucherung im Bereich der Ala cinerea eigenartiger Struktur und unbekannter Funktion, ist nicht ausschlaggebend für den SP-Gehalt der Ala cinerea. Die motorischen Kerne des Nervus hypoglossus enthalten trotz ihrer engen Nachbarschaft zur Ala cinerea wenig SP.

Der Hypothalamus zeigt nicht wie bei PERNOW[3]) sowie KOPERA und LAZARINI[4]) besonders hohe SP-Werte; dies mag daran liegen, daß bei der oben geschilderten Testmethode der etwaige Gehalt dieses Gehirnabschnittes an Enteramin [AMIN, CRAWFORD und GADDUM, zitiert nach VOGT[5])] nicht mehr störte. Auffallend ist dagegen die große SP-Menge in der Substantia grisea centralis, die nach L. R. MÜLLER[9]) in ihrem histologischen Aufbau sehr stark dem Nucleus visceromotorius nervi vagi ähnelt und wie dieser vegetativen Funktionen zuzuordnen ist [HESS[10])]. — Relativ hoch ist auch die SP-Konzentration in den übrigen untersuchten Teilen des Mesencephalon. — In Übereinstimmung mit KOPERA und LAZARINI[4]) fanden wir im Cerebellum nur außerordentlich wenig SP.

Letztere Autoren hatten schon darauf hingewiesen, daß Cholinesteraseaktivität und SP-Konzentration nicht Hand in Hand gehen. Dies bestätigen wir; in vier Rindergehirnen lag die Cholinesteraseaktivität von Ala cinerea um 43, von Sub-Ala cinerea um 31 und von Nucleus caudatus um 257 mg ACh/g Frischgewicht/h.

Die oben beschriebene besonders starke Anreicherung von Substanz P in solchen Gebieten des Zentralnervensystems, die Bedeutung für das vegetative Nervensystem haben, könnte darauf hinweisen, daß Substanz P als eventueller „nichtcholinerger Überträgerstoff" [FELDBERG und VOGT[11])] eher für das autonome System als für die sensiblen Nerven [LEMBECK[12])] „spezifisch" ist; wie jedoch die vergleichsweise nur mäßigen Substanz P-Mengen des Hypothalamus zeigen, liegen die Verhältnisse zu verwickelt, als daß hier darauf genauer eingegangen werden könnte. Immerhin enthalten nach PERNOW[3]) die präganglionären Teile des Sympathicus erheblich mehr Substanz P als die postganglionären.

Pharmakologisches Institut der Universität Kiel.

GERHARD ZETLER und LUCIE SCHLOSSER.

Eingegangen am 5. Oktober 1953.

*) Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

[1]) EULER, U. S. v., u. J. H. GADDUM: J. Physiology **72**, 74 (1951).
[2]) GULLBRING, B.: Acta physiol. scand. **6**, 246 (1943).
[3]) PERNOW, B.: Acta physiol. scand. **29**, Suppl., 105 (1953).
[4]) KOPERA, H., u. W. LAZARINI: Arch. exp. Path. u. Pharmakol. **219**, 214 (1953).
[5]) VOGT, M.: Brit. J. Pharmacol. **8**, 193 (1953).
[6]) FELDBERG, W., u. C. C. TOH: J. Physiology **119**, 352 (1953).
[7]) GADDUM, J. H.: J. Physiology **119**, 363 (1953).
[8]) DALGLIESH, C. E., C. C. TOH u. T. S. WORK: J. Physiology **120**, 298 (1953).
[9]) MÜLLER, L. R.: Die Lebensnerven. Berlin 1924.
[10]) HESS, W. R.: Die funktionelle Organisation des vegetativen Nervensystems. Basel 1948.
[11]) FELDBERG, W., u. M. VOGT: J. Physiology **107**, 372 (1948).
[12]) LEMBECK, F.: Arch. exp. Path. u. Pharmakol. **219**, 197 (1953).

Zur Genetik des Lewis-Systems.

In dieser Zeitschrift ist kürzlich ein Artikel von H. J. PETTENKOFER[1]) erschienen, der in folgenden Schlußsatz ausgeht: „Somit kann gezeigt werden, daß im Gegensatz zu den Ausführungen von GRUBB eine Vererbung des LEWIS-Blutgruppensystems auf Grund dreier allelomorpher Gene Le^a, Le^b und Le^c durchaus möglich erscheint."

PETTENKOFER gibt an, daß er das Ausscheider-Gen S für *identisch* mit dem Gen Le^b und das Gen s für *identisch* mit dem Gen Le^a hält.

Dazu will ich bemerken: Definitionsgemäß besitzen bekanntlich alle Individuen, die ABH-Substanz ausscheiden, den Gen S, alle übrigen Individuen sind Nichtausscheider und haben die Konstitution ss. Die Begriffe S (eventuell $S = S_1 + S_2 + S_3$) und s (eventuell $s = s_1 + s_2 + s_3$) schließen offenbar alle möglichen Gene an diesem locus ein. Falls Le^a mit s und Le^b mit S identisch ist, ist dieser locus damit vollständig belegt. Dennoch findet PETTENKOFER an dieser Stelle Platz für etwas mehr, was er Le^c nennt, dessen Relationen zu S und s außerdem noch nicht einmal klargelegt werden. Eine solche Auffassung ist nach meinem Erachten nicht aufrecht zu halten, und es ist bezeichnend, daß PETTENKOFER angibt: „Welche Bedeutung dem Gen Le^c für die Ausscheidung von ABH-Substanz zukommt, läßt sich noch nicht überblicken."

Eine Hypothese, die die Manifestationen des LEWIS-Systems mit Hilfe dreier Gene am gleichen locus zu erklären sucht, ist ansprechend durch ihre Einfachheit. Diese Hypothese zeigte sich jedoch als mit den gefundenen Daten nicht in Einklang stehend und wurde daher sowohl von ANDRESEN und seinen Mitarbeitern[2]) (1950) als auch von mir[3]) (1951) verworfen, bevor sie von PETTENKOFER[4]) aufgenommen wurde (1953). Basierend auf meinem Material, führt PETTENKOFER gewisse Berechnungen durch und findet, daß die Genfrequenz von $Le^a + Le^b + Le^c = 1{,}0000$ ist, während ich bei dem gleichen Material die Summe von $Le^a + Le^b + Le^? = 1{,}3601$ ermittelt habe. Bei der Beurteilung dieser Ausführungen muß berücksichtigt werden, daß PETTENKOFER davon ausgeht, daß diese Summe 1 ist $(\sqrt{x} + 1 - \sqrt{x} - \sqrt{y} + \sqrt{y})$.

Es ist auffallend, daß PETTENKOFER als einen entscheidenden Ausgangspunkt seiner Berechnung die Frequenz solcher Individuen genommen hat, die in seiner Theorie mit $S?Le^cLe^c$ bezeichnet werden, sich dabei aber ausschließlich zweier Individuen bedient, die tatsächlich S sind. Wenn diese Auswahl richtig wäre, dann wäre eine Konsequenz von PETTENKOFERS Theorie die, daß Ausscheider von ABH-Substanz aus Elternkombination entstehen könnten, bei denen beide Partner Nichtausscheider von ABH-Substanz sind (Kombination $Le^aLe^c \times Le^aLe^c$). Dergleichen ist aber im Familienmaterial nie beobachtet worden.

Daß die beobachteten Blutkörperchenphänotypen mit der von mir angewandten Theorie beschrieben werden können, wird in PETTENKOFERS Artikel nicht bestritten. PETTENKOFER glaubt, daß diese Blutkörperchenphänotypen mit Ausgangspunkt von der Theorie dreier allelomorpher Gene auch erklärt werden können, im Gegensatz zu ANDRESEN und Mitarbeitern[2]), die dies nicht für möglich hielten. Eine Theorie betreffs der Erblichkeit im LEWIS-System muß, soweit man beurteilen kann, sowohl die Blutkörperchenphänotypen als auch *die Manifestationen dieses Systems im Speichel* beschreiben

können. Es ist ebenso auffallend wie überraschend, daß PETTENKOFER es unterläßt, die im Speichel tatsächlich beobachteten Frequenzen mit denen zu vergleichen, die auf Grund seiner Theorie berechnet werden können [Tabelle 2 in [1])]. Wie man sich leicht überzeugen kann [vgl. S. 75 in [3])], ergibt ein solcher Vergleich, daß PETTENKOFERs Theorie garnicht mit den gefundenen Daten übereinstimmt.

PETTENKOFER behauptet: „In dem Schema von GRUBB ist allerdings kein Platz für die verschiedentlich (MORGAN 1950, PETTENKOFER und HOFFBAUER 1953) beobachteten Personen von Phänotypus Le (a—b-) S und Nichtausscheider von Le^a- sowie Le^b-Substanz." Hierzu möchte ich darauf hinweisen, daß mir seit langem die Existenz derartiger Personen bekannt ist [GRUBB und MORGAN [5]) 1949; GRUBB [3]) 1951]. Betreffs deren Platz in meinem Schema wird auf [3]) S. 74 verwiesen.

Daß PETTENKOFERs Berechnungen an Familienmaterial, welches bis dahin nur für die Blutkörperchenmanifestation Le (a) zugänglich ist, nicht wesentlich von den tatsächlichen Beobachtungen abweichen, kann seinen hauptsächlichen Grund darin haben, daß PETTENKOFER Le^a und s für identisch hält, und darin, daß die Blutkörperchenmanifestation Le (a+) mit Nichtausscheidung von ABH-Substanzen eng korreliert ist.

Aus dem oben Angeführten geht hervor, daß eine Hypothese, daß Gene gleichen locus die LEWIS-Phänotypen bestimmen, *in der Form wie sie von* PETTENKOFER *dargestellt wird*, auf unsicherer Basis steht und mit beobachteten Daten nicht übereinstimmt.

Bakteriologische Institution, Lund, Schweden (Direktor: Prof. A. LINDAU).

R. GRUBB.

Eingegangen am 20. Juli 1953.

[1]) PETTENKOFER, H. J.: Naturwiss. **40**, 321 (1953).
[2]) ANDRESEN, P. H., A. ANDRESEN, K. JORDAL und K. HENNINGSEN: Rev. d'Hématol. **5**, 305 (1950).
[3]) GRUBB, R.: Acta pathol. microbiol. scand. **28**, 61 (1951).
[4]) PETTENKOFER, H. J.: Z. Immun.forschg **110**, 217 (1953).
[5]) GRUBB, R., u. W. T. J. MORGAN: Brit. J. Exp. Pathol. **30**, 198 (1949).

Besprechungen.

Winkler, Helmut G.: Struktur und Eigenschaften der Krystalle. Eine Einführung in die physikalische und chemische Krystallkunde. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1950. 258 S., 62 Abb., 78 Tabellen u. 1 Tafel. DM 16.80.

Die Entwicklung der Naturwissenschaften drängt immer stärker zur Spezialisierung, auch schon innerhalb der einzelnen Disziplinen. Auf der anderen Seite aber fordert sie in steigendem Maße die Einbeziehung von Arbeitsmethoden aus den Nachbardisziplinen. Sollen diese Methoden mit Erfolg eingesetzt werden, so verlangen sie nicht nur volles Verständnis für die Methode selbst, sondern auch die Beherrschung der wichtigsten und neuesten Erkenntnisse der Nachbarwissenschaft. Um sich diese zu verschaffen, sind Büchlein wie das vorliegende von großem Wert, besonders dann, wenn sie speziell für die Bedürfnisse der Nachbarwissenschaft abgefaßt wurden. Es sei gleich vorweggenommen, daß es dieser Aufgabe voll gerecht wird, so daß es Chemikern, Physikern und anderen Interessenten, Studenten und wissenschaftlich Arbeitenden bestens empfohlen werden kann.

Nach einer kurzen Einleitung werden die Bindungsarten (S. 10—83), dann die Kristallgitter und ihr Stoffbestand (S. 84—150, isometrische und unisometrische Gitter, Isomorphie-Beziehungen und Polymorphie) und schließlich der Ideal- und Realkristall (S. 151—172) behandelt. Es folgen (S. 173—239) Zusammenhänge zwischen Kristallstruktur und bestimmten Eigenschaften, wie Wärmeleitung, Kompressibilität, thermische Ausdehnung, optische Eigenschaften (nur Brechung), Härte und Spaltbarkeit. Am Schluß des Buches finden sich als sehr willkommener Anhang für den Nichtfachmann Erläuterungen einiger kristallographischer Begriffe und Symbole, da das Eindringen in eine Wissenschaft die sichere Beherrschung der speziellen Fachsprache voraussetzt.

Besonders zu begrüßen ist das Kapitel über die Bindungsarten, da diese im Zusammenhang mit den Kristallen meistens stiefmütterlich behandelt wurden. Wenn auch bei der einen oder anderen Formulierung von seiten des Chemikers einige Bedenken auftauchen, wie z.B. S. 35 beim Valenzbegriff, so ist dies nur zu naheliegend, da es sich um ein stark in der Entwicklung begriffenes Gebiet handelt. Aber auch in diesem Kapitel ist dem Autor eine übersichtliche und klare Darstellung gelungen, die sehr deutlich die Bedeutung der Bindekräfte für die Struktur und Eigenschaften der Kristalle erkennen läßt. Viele Tabellen mit gut ausgewählten Beispielen und zahlreiche Abbildungen erleichtern wesentlich das Verständnis vor allem für die oft schwierigen räumlichen Probleme.

J. GOUBEAU (Stuttgart).

Stuart, H. A.: Die Physik der Hochpolymeren. 1. Bd. Die Struktur des freien Moleküls. Allgemeine physikalische Methoden zur Bestimmung der Struktur von Molekülen und ihre wichtigsten Ergebnisse. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1952. 609 S. u. 189 Abb. DM 69.—.

Das Erscheinen des vorliegenden Buches darf mit besonderer Freude von allen Naturwissenschaftlern begrüßt werden, vor allem von seiten der Chemiker. Bei modernen Untersuchungen über die Struktur der Molekeln genügt es nicht mehr, nur die gegenseitige Lage der Atome im Raume festzustellen. Heute werden darüber hinaus möglichst genaue Aussagen über die Art und Stärke der Bindung, d.h. über die Verteilung der Elektronen angestrebt. Es ist selbstverständlich, daß der Chemiker sich dazu physikalischer Methoden bedienen muß. Darüber hinaus aber ist es notwendig, daß sich auch Physiker theoretisch wie praktisch mit der Molekelphysik befassen. Mit großer Sorge beobachtet man seit dem Weggang von P. DEBYE die Entwicklung dieses Teils der Physik in Deutschland. Der Autor des vorliegenden Buches ist einer der wenigen Physiker, die sich ganz diesem Teilgebiet der Physik verschrieben haben.

In neun Kapiteln wird das Gesamtgebiet aufgegliedert in: Valenz- und Molekularkräfte (79 S.), Größe und Form der Moleküle (23 S.), das Kerngerüst der Moleküle (89 S.), die innere Beweglichkeit der Moleküle und deren statistische Form (63 S.), Dielektrizitätskonstante, elektrisches Moment und Molekülstruktur (80 S.), Lichtzerstreuung, Polarisierbarkeit und Molekülstruktur (78 S.), elektrische Doppelbrechung, optische Anisotropie und Molekülstruktur (49 S.), Eigenschwingungen des Kerngerüstes (109 S.) und Lichtabsorption und Konstitution (12 S.). Dieses letztere Kapitel ist von den Herren G. SCHEIBE und R. FAUSS bearbeitet worden.

Die theoretische Einleitung in Kapitel 1 dürfte nach der Auffassung des Ref. ausführlicher und mehr quantitativ sein. Es wäre erwünscht gewesen, wenn einmal in der deutschen Literatur von einem Physiker die molecular orbital-Methode und die valence-bond-Theorie nicht nur in ihrer Anwendung auf H_2, sondern auch auf mehratomige Molekeln behandelt und kritisch dargestellt würde. So werden nur die wichtigsten Ergebnisse dieser Theorie mitgeteilt, aber nicht, wie sie erhalten wurden. In den übrigen Kapiteln werden die einzelnen physikalischen Methoden zur Strukturbestimmung von Molekeln und die damit erzielten Ergebnisse besprochen. Bei der Unzahl von Untersuchungen kann nur eine Auswahl gebracht werden, die im vorliegenden Buch durch den Gesamttitel des mehrbändigen Werkes — die Physik der Hochpolymeren — bestimmt wurde. Wenn bei jedem Leser auch persönliche Wünsche offen bleiben werden, so hinterbleibt doch beim Lesen des Buches der Eindruck, daß der wesentliche Stand unserer Kenntnisse über die Struktur der freien Molekel zusammengetragen und übersichtlich zusammengestellt wurde.

Damit aber füllt das Buch eine spürbare Lücke im deutschen Schrifttum aus, und Physikern, Physico-Chemikern und Chemikern wird es mit großem Erfolg bei ihren Arbeiten dienen. Darüber hinaus wäre zu wünschen, daß das Buch junge Physiker anregen möge, sich mit dem mannigfaltigen Problem der Molekelphysik zu beschäftigen.

J. GOUBEAU (Stuttgart).

Kainer, Franz: Chemische Technologie der Kunststoffe in Einzeldarstellungen. Polyvinylchlorid und Vinylchlorid-Mischpolymerisate. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1951. XII, 698 S. u. 61 Abb. Gzl. DM 60.—.

Die von dem Verf. herausgegebene „Chemische Technologie der Kunststoffe in Einzeldarstellungen" ist jetzt vom Verlag Springer übernommen worden und erfährt durch den nun vorliegenden Band über „Polyvinylchlorid und Vinylchlorid-Mischpolymerisate" eine wichtige Erweiterung. Technisch hat sich Polyvinylchlorid von den Polymerisaten zu dem wichtigsten und zum mindesten in Deutschland mengenmäßig bedeutendsten Kunststoff entwickelt. Die Technologie dieser Polymerisate ist überaus umfangreich. Sie umfaßt die Herstellung der Monomeren, die Polymerisationsverfahren, die Nachchlorierung, Stabilisierung, Härtung, Weichmachung der Polymerisate; die Beschreibung ihrer Eigenschaften, die chemischen und physikalischen Untersuchungsverfahren sowie die zahlreichen Verarbeitungsverfahren zu harten bis weichgummiartigen Massen, sog. Halbzeug, Platten, Folien, Rohren, zu Fasern, die Verarbeitungstechnik, das Verformen, Verschweißen und schließlich die vielseitige Anwendung. Alle diese Dinge werden in dem vorliegenden Buch behandelt und durch Literaturzitate im Einzelnen belegt, ein umfangreiches Patentverzeichnis und gutes Register sowie eine sorgfältige Unterteilung des Gesamtinhaltes erleichtern die Benutzung des Buches. Eine Technologie sollte all das enthalten, was technisch, d.h in der Praxis ausgeführt und verwirklicht ist. Wenn man das Buch in der Hoffnung in die Hand nimmt, hierüber etwas zu erfahren, muß man allerdings enttäuscht werden, denn es enthält zwar eine vollständige Zusammenstellung von allem, was über diese Polymerisate und ihre Herstellung irgendwo vorwiegend in Patenten niedergelegt worden ist und was über sie in der Literatur berichtet wurde. Es ist aber unmöglich, sich auf Grund des Studiums dieses Buches ein Bild von dem zu machen, was davon wirklich Technologie und was nur „Papiertechnologie" oder „Papierchemie" ist. Nirgendwo ist die Spreu vom Weizen geschieden. Bei der großen Fülle des Materials, das beinahe 700 Seiten anfüllt, ist es naturgemäß unmöglich, auch nur einigermaßen ein Bild von den wirklichen technischen Verhältnissen zu bekommen. In diesem Sinn ist das Buch weder für den Fachmann noch für den Studenten benutzbar; dagegen ist die sehr vollständige und übersichtliche Zusammenstellung naturgemäß ein wertvolles Hilfsmittel für die Bearbeitung von Patentfragen auf diesem umfangreichen Gebiet und wird dafür häufig gebraucht werden.

TROMMSDORFF (Darmstadt).

Sillen, Lars Gunnar, Paul W. Lange and Carl O. Gabrielson: Problems in Physical Chemistry. New York: Prentice Hall 1952. XI u. 370 S.

Es fehlt in der deutschen Literatur an einer Sammlung physikalisch-chemischer Rechenaufgaben. Das alte Göschen-Bändchen von ABEGG-SACKUR ist lange vergriffen, und nur die physikalisch-chemischen Lehrbücher enthalten heute zum Teil in den Text verstreute Aufgaben in kleiner Zahl. Deswegen ist es nützlich, auf das obengenannte Buch hinzuweisen, das bereits in der 2. Auflage in Schweden (1951) erschienen ist und von dem jetzt eine englische Ausgabe erscheint. Für die Aufgaben ist charakteristisch, daß sie nicht am Schreibtisch ausgeklügelte Fragen enthalten, wie sie in Wirklichkeit nicht auftreten, sondern in der Mehrzahl Probleme, die aus der chemischen Literatur direkt entnommen und mit Quellenangaben nachgewiesen sind, oder solche, die in der Laboratoriumspraxis jederzeit auftreten können. Die jahrelange Arbeit, die mit einer derartigen Sammlung verbunden ist, wird nur der richtig würdigen können, der selbst genötigt war, im Unterricht solche Übungsaufgaben auszuarbeiten. Jedes Kapitel wird mit einem knappen Text eingeleitet, welcher die grundlegenden physikalisch-chemischen Definitionen und Gesetze zusammenfaßt. Im wesentlichen wird die klassische physikalische Chemie behandelt, und zwar wird Wert darauf gelegt, daß man den Gebrauch der physikalisch-chemischen Begriffe und Funktionen lernt, ohne länger über deren Definition nachzudenken. Aufgaben aus dem Gebiet der Atomistik und der Quantentheorie, der kinetischen Theorie und der Statistik sind nur in geringer Zahl aufgenommen, und nur das letzte von 11 Kapiteln ist nicht der klassischen physikalischen Chemie gewidmet. Es behandelt in nicht ganz verständlicher Kombination: Phasengrenzen, Atome und Molekeln. Für die Gleichgewichtslehre enthält das Buch eine Fülle von nützlichen und interessanten Aufgaben und stellt eine sehr wertvolle Hilfe für den Unterricht auf diesem Gebiete dar.

K. F. BONHOEFFER (Göttingen).

Stocker, Otto: Grundriß der Botanik. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1952. 8°. VIII, 264 S. u. 303 Abb. Geb. Lwd. DM 16.80.

Der „Grundriß der Botanik" stellt sich die Aufgabe, aus der großen Menge der pflanzenkundlichen Untersuchungsergebnisse das Wesentlichste in „architektonisch" (KANT) aufgebautem Zusammenhang darzustellen. Hierbei werden vor allem die grundlegenden Prinzipien und Probleme der Botanik insgesamt und ihrer Spezialgebiete klar herausgearbeitet. Auch Fragen der Methodik sind trotz der relativen Kürze des zur Verfügung stehenden Raumes an vielen Stellen behandelt, was als Gegensatz zu manchen anderen Lehrbüchern gleichen Umfanges als sehr vorteilhaft bezeichnet werden kann. Hervorgehoben sei auch die hervorragend klare Darstellungsweise, welche durch viele Abbildungen noch anschaulicher gestaltet wird. Diese sind zu einem großen Teile Originale. Nicht selten wurden bei den Zeichnungen neue Wege der graphischen Technik benutzt.

Die Teilgebiete der Botanik werden auf Grund der Wege der Erkenntnismöglichkeiten einander gegenübergestellt (Form und Funktion bzw. Typus-Begriff und Kausalanalyse). Mit der Betrachtung der Form beschäftigen sich Morphologie (allgemeine Begriffe und Gesetzmäßigkeiten) und Systematik (Analysierung und Ordnung spezieller Einzelfälle), mit der Funktion Physiologie (allgemein) und Ökologie (speziell). Die Geobotanik steht zwischen Ökologie, Systematik und Geographie und verfolgt das Verhalten der Pflanzen im Großraum der Erde. Die Quantenbiologie (Biophysik) dagegen zeigt die Verbindungen zwischen Botanik und der Untersuchung der Wirkungen der kleinsten Teile der Materie, der Atome, sowie der Energiequanten.

Die Reihenfolge der Darstellung der Teilgebiete entspricht im übrigen im wesentlichen den Stufen ihrer historischen Entwicklung. So wird die Systematik (Taxonomie) als zuerst ausgebauter Zweig der Botanik am Anfang behandelt (S. 4—33). Nach Darstellung der Prinzipien (Artbegriff, Systemaufbau) folgt ein kurzer Überblick über die Abteilungen und Stämme des Pflanzenreiches. Die beiden folgenden Teile des Werkes sind der Morphologie (S. 33—105) und Physiologie (S. 105 bis 187) gewidmet. Als am wichtigsten erscheinende Teile der „allgemeinen Botanik" sind sie ausführlicher behandelt als die anderen Gebiete. Die anschließend behandelte Ökologie (S. 187—239) stellt entsprechend der speziellen Arbeitsrichtung des Verf. einen großen Fortschritt gegenüber vielen Darstellungen dieses Gebietes von ähnlichem Umfang dar. Unter den Hauptfaktoren (Salz-, Wasser-, Temperatur- und Lichtfaktor) werden in größter Klarheit die gegensätzlichen Eigenschaften der in ihrem Verhalten extremen Typen herausgearbeitet. Im Abschnitt Geobotanik (Pflanzengeographie) (S. 239—254) wird Arealkunde (Floristik) und Pflanzensoziologie behandelt. Entsprechend der relativ geringen Anzahl der auf diesem Gebiete bisher vorliegenden Untersuchungen ist der Abschnitt „Biophysik" (S. 254—255) bei weitem der kürzeste des Werkes.

Der „Grundriß der Botanik" dürfte somit geeignet erscheinen, den Studierenden, die diesen Zweig der Wissenschaft nur im „Nebenfach" betreiben können, dessen Wesen und die Grundkenntnisse zu vermitteln. Besonders bedeutungsvoll erscheint das Werk jedoch auch für den angehenden Biologen im Hauptfach. Dieses ist namentlich während der ersten Semester der Fall. Denn es vermag unter anderem, schon auf einem frühen Stadium der Ausbildung, eine Vorstellung der Kenntnisse des Zusammenhanges der einzelnen Teilgebiete der Botanik und des Aufbaues dieser Wissenschaft zu vermitteln.

R. KNAPP (Köln).

Moldenke, H. N., and A. L. Moldenke (N. Y. Botanical Garden): Plants of the Bible. „A New Series of Plant Science Books", vol. 28. Waltham, Mass.: The Chronica Botanica Co. (Hamburg 13: Buch- u. Zeitschriften-Union mbH.). XX, 364 S. u. 95 Fig. $ 7.50.

Die Verbindung pflanzengeographischer und kulturhistorischer Fragen mit vielen anderen botanischen und geschichtlichen Problemen macht die Beschäftigung mit den in der Bibel genannten Pflanzen schon seit Jahrzehnten zu einem

so schwierigen wie interessanten Forschungsgebiet. Die vorliegende, sehr eingehende Behandlung des Stoffes zeigt von neuem den großen Umfang des Gebietes und die hohen Ansprüche, die seine Bearbeitung an die Gelehrsamkeit der Forscher stellt. Nicht nur demjenigen, der das vorliegende Buch gründlich zu studieren hat oder über irgend eine besondere Frage sich von ihm belehren lassen will, sondern auch denjenigen, die nur in ihm zu blättern gedenken und durch den kritischen Text wie durch die Abbildungen in irgendwelche Stollen des vielverzweigten Labyrinths sich führen lassen möchten, wird das Werk bestens zu dienen imstande sein.

Dem Alphabete folgend nennen die Verf. die in der Bibel genannten Pflanzen oder diejenigen Arten, auf die der Wortlaut der Bibel mehr oder minder sicher zu schließen gestattet; die lange Reihe, die ungefähr ein Vierteltausend erreicht, führt uns von *Acacia nilotica* über *Linum usitatissimum* und *Olea europaea* bis zu *Zizyphus* und *Zostera*. In dieser stattlichen Folge stoßen wir auch auf *Acetobacter*-Arten, auf *Eberthella*, auf *Rickettsia*, *Neisseria gonorrhoeae* und *Treponema pallidum* (ohne Diskussion der den Krankheitserreger betreffenden Importfragen), auf *Mucor*, *Saccharomyces* und andere Mikroben. Ausführliche Berichte gelten vor allem den Kulturpflanzen *Triticum*, *Hordeum*, *Sorghum*, *Saccharum*, *Olea*, *Panicum*, *Punica*, *Ficus*, *Morus*, *Gossypium*, die Phönixpalme und viele *Allium*-Arten; auch die das Getreide befallenden Pilzkrankheiten werden nicht vergessen (S. 289). Sehr ausführlich werden diejenigen Pflanzen besprochen, die als Lieferanten wichtiger Drogen und Rohstoffe noch heute zum Teil ihre Bedeutung haben *(Boswellia, Ferula, Pistacia, Styrax, Cistus, Cinnamomum)*, von den Flechten werden besprochen *Lecanora* (Manna!) und *Roccella*. Der Kulturhistoriker wird ferner den Artikeln besondere Aufmerksamkeit schenken, die über *Ficus carica* sprechen (tree of knowledge!), *Populus euphratica*, den Papyrus liefernden *Cyperus*; außerordentlich inhaltsreich ist der über die Alraune (*Mandragora* — s. auch Nachträge S. 283) und *Paliurus*, den Christusdorn, berichtende Abschnitt. Selbstverständlich findet auch *Vitis vinifera* eingehende Behandlung. Die Würdigung der in der Hl. Schrift oft genannten Rosen darf der Botaniker nicht so sehr unter *Rosa* suchen (S. 205), als vielmehr unter *Nerium*, dem Oleander, unter *Narcissus* und unter *Tulipa montana*; und wenn die Bibel von Lilien spricht, so ist weniger auf *Lilium (L. chalcedonicum)* das Gesagte zu beziehen, als vielmehr auf *Anemone coronaria*, *Hyacinthus orientalis*, *Iris pseudacorus* und *Nymphaea alba* (S. 129). — Viele Einzelheiten konnten nicht mehr im Hauptteil des Werkes bearbeitet werden und mußten (S. 275) unter den Supplementary Notes vereinigt werden; wir finden unter diesen auch Angaben über *Trichodesmium erythraeum*, eine Blaualge, welche eine Art Wasserblüte hervorzurufen vermag.

Der pflanzenphysiologisch interessierte Leser wird besondere Anteilnahme vielleicht der Behandlung zuwenden, welche die Gattungen *Anastatica* (s. auch Nachträge!), *Cynomorium* und *Salicornia* finden. —

Der Bildschmuck des Buches wiederholt Pflanzendarstellungen aus den Werken alter und neuer Autoren (WILSON 1883, FEINBRUNN-ZOBARÝ 1949, HEGI 1913, HART 1891, GUSTAV DORÉ usw.). Auch moderne pflanzengeographische Photoaufnahmen fehlen nicht. Unter den die graphischen Arbeiten alter Meister wiederholenden Reproduktionen finden wir etliche Phantasiedarstellungen des Paradieses, der Versuchung, des Baumes der Erkenntnis, der Flucht nach Ägypten.

KÜSTER (Gießen).

Filzer, Paul: Die natürlichen Grundlagen des Pflanzenertrags in Mitteleuropa. Stuttgart: E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) 1951. VIII, 198 S., 25. Abb. u. 35 Tab. Geb. DM 17.60.

In dem vorliegenden Buch handelt es sich um den Versuch, mit statistischen Methoden Zusammenhänge zwischen der Höhe der landwirtschaftlichen bzw. forstlichen Trockensubstanzproduktion, Boden und Klima in den verschiedenen deutschen Landschaften herauszuarbeiten. Das Verdienstvolle dieser Arbeit liegt darin, daß zu ihrer Beurteilung neue Methoden und Gesichtspunkte von einem Ökologen ausgearbeitet werden, der die mannigfaltigen komplexen Beziehungen der Pflanzen zu klimatischen, edaphischen und biotischen Faktoren aus eigenen Freilandarbeiten gründlich kennt und die verschiedenen Einflüsse auf die Pflanzenwelt kritisch gegeneinander abzuwägen in der Lage ist. Wer den Fragen des Ertrages unserer Feldfrüchte in Abhängigkeit von geographischer Lage, Klima und Boden und ihren Beziehungen zur „natürlichen" Vegetation nachgehen will, wird dieses neue Buch nicht entbehren können. Zu einer Beurteilung der angegebenen Zusammenhänge werden Berechnungen über die Höhe des Trockensubstanzertrages (Gesamthöhe und einzelne Feldfrüchte getrennt) in den Regierungsbezirken bzw. Kreisen des Deutschen Wirtschaftsgebietes von 1937 und über die Größe der Ernteschwankungen in den verschiedenen Vergleichsjahren für die einzelnen Landschaften angestellt. Ferner wird eine Reihe neuer Größen — ertragsökologische Maßstäbe — herausgearbeitet, so z.B. ein Maß für die Ertragsinterferenz, die den ungleichen Einfluß der Witterung, die zu einer mehr oder weniger großen Kompensation des Gesamtertrages in einer bestimmten Landschaft führt, auf die verschiedenen Kulturpflanzen darstellt. Diese Ertragsinterferenz wird dann vor allem mit dem Niederschlag und der Temperatur der einzelnen Landschaften verglichen. Ein weiteres Maß ist die Niederschlagspufferung (der Quotient aus dem Schwankungskoeffizienten der Niederschläge zu demjenigen der Ernte). Ein anderer Begriff, die Wärmegunst des Klimas, wird aus dem Verhältnis der in der natürlichen Vegetation vorhandenen mitteleuropäischen Pflanzenarten zu den nordischen Pflanzenarten gewonnen. Durch solche Vergleiche werden eine Reihe wertvoller Ergebnisse gewonnen, von denen etwa genannt seien: Die Aufstellung einer Karte der Trockensubstanzproduktion in den verschiedenen Gebieten Deutschlands, der deutliche Zusammenhang zwischen landwirtschaftlicher Trockensubstanzproduktion und dem Bodentyp, der Umstand, daß sich offenbar der Boden in viel stärkerem Maße in den Erträgen durchsetzt als das Klima, Beziehungen zwischen Ertrag und Höhenlage, sehr deutliche Beziehungen der Trockensubstanzproduktion zu den von HUECK aufgestellten Urlandschaftsgebieten, ein Zusammenhang der Ernteschwankungen mit Klima und Boden, und vieles andere, was dem Botaniker, dem Wirtschaftsgeographen und dem Praktiker in Forst- und Landwirtschaft bei vielen Problemen von erheblichem Wert sein dürfte.

Die aufgeworfenen Fragen sind allerdings nicht leicht zu lösen. Bereits in den methodischen Grundlagen zeigen sich die verschiedensten, vom Verf. selbst vielfach diskutierten Bedenken, die unter anderen bereits darin liegen, daß die Berechnungsweise der Trockensubstanzproduktion sowohl der Wurzeln (z.B. Getreide), als auch des landwirtschaftlich nicht genutzten Krautes (z.B. Kartoffeln, Zuckerrüben) große Fehlermöglichkeiten offen läßt. Auch läßt sich der Wurzelzuwachs bei Wiesen und Weiden bis jetzt kaum eindeutig angeben, was unter Umständen eine erhebliche Unterbewertung der Grünlandproduktion zur Folge hat. Hinzu kommt, daß bei verschiedenem Klima der Wurzel- bzw. der Blattanteil durchaus nicht immer gleich ist, wie es der Verf. aber annehmen muß, sondern sich in ganz bestimmter Weise mit diesem ändert, wodurch die wirklichen Verhältnisse von den errechneten ebenfalls erheblich abweichen könnten. Weiter ist zu beachten, daß die in den einzelnen Anbaugebieten bevorzugt gebauten Sorten möglicherweise ganz verschiedene Ansprüche an Klima und Boden stellen, wodurch Kompensationen aller Art eintreten können. Die Problematik des vom Verf. eingeschlagenen Verfahrens ist also, wie der Verf. selbst zugeben muß, recht erheblich. Möge das Buch deshalb um so mehr dazu dienen, die hier angeschnittenen, zum Teil wenig untersuchten und beachteten Fragen weiter zu bearbeiten und zu klären. W. SIMONIS (Hannover).

Linser, Hans: Das Problem des Todes. Wien: Brüder Hollinek 1952. 96 S. S. 22,—.

Das ansprechend geschriebene kleine Buch von LINSER wendet sich nicht an den Fachmann, sondern an den weiten Kreis der an diesem Problem interessierten Laien. Allerdings werden diesen Lesern nicht alle in der Schrift verwendeten Fachausdrücke geläufig sein, das Verständnis des Gedankenganges wird darunter aber kaum leiden. Der Verf. behandelt den Tod als Ereignis, erörtert die verschiedenen Todesursachen und gruppiert sie in exogene und endogene. Gemäß seiner Auffassung vom Leben überhaupt ist ihm der Tod ein zwar aus äußeren und inneren Gründen unvermeidliches Ereignis, aber nichts dem Leben Immanentes. Bei den inneren Gründen und in der Erklärung der Alternsvorgänge vertritt der Autor die bekannte Schlackentheorie, die also diese Seite des Lebensgeschehens nur als etwas Zusätzliches, eine im Grunde vermeidbare Unvollkommenheit der lebenden Gebilde betrachtet. Mit der gegenteiligen Anschauung, welche den Lebensablauf

als ein Geschehen über ein Gefälle zum Tode hin ansieht, setzt LINSER sich nicht auseinander und erwähnt die einschlägige Literatur — z.B. M. BÜRGER „Alter und Krankheit" 1947, R. EHRENBERG „Theoretische Biologie vom Standpunkt der Irreversibilität des elementaren Lebensvorganges" 1923 und „Der Lebensablauf" 1947 — gar nicht. Im Rahmen einer kurzen Besprechung kann auf diese Kontroverse nicht näher eingegangen werden, nur das sei gesagt, daß die WEISSMANNsche „potentielle Unsterblichkeit der Einzeller" endlich aus der wissenschaftlichen Diskussion verschwinden sollte. Unsterblich wäre ein Einzeller, wenn er ohne Teilung unbegrenzt weiterleben könnte, was bekanntlich nicht der Fall ist. Mit der Teilung aber ist ein individuelles Leben — und ein anderes gibt es nicht — ebenso zu Ende wie mit dem Tode des Organismus.

Die Erklärung der Tatsache des Todes etwa mit dem GOETHEschen Wort als ein „Kunstgriff der Natur, um viel Leben zu haben" oder mit LINSER, um die Höherentwicklung durch Mutation und Selektion zu ermöglichen, ist keine naturwissenschaftliche Behandlung des Problems.

In den Schlußabschnitten des Buches geht LINSER auch auf das psychophysische Problem ein und deutet, wie mir scheint, in fruchtbarer Denkweise das Verhältnis des Tieres und des Menschen zum Tode vom Biologischen aus. Vielleicht wäre bei der Erörterung der Stellung des Todes im menschlichen Bewußtsein nicht nur die Todesangst, sondern auch der Todestrieb (S. FREUD) und die Fähigkeit des Menschen zum Opfertode zu berücksichtigen, denn wie der Tod nach der Meinung des Rezensenten biologisch und „metabiologisch" die Vollendung der Individualität ist, so ist die Überwindung der Individualität der tiefste Grund der Unsterblichkeitssehnsucht des Menschen, die ihre Erfüllung in der Liebe hat.

R. EHRENBERG (Göttingen).

Coulson, C. A.: Valence. Oxford University Press 1952. X u. 338 S. sh 25.

Die quantenmechanische Behandlung der Molekeln hat in den vergangenen 25 Jahren zu einem grundsätzlichen Verständnis der chemischen Bindungskräfte und ihrer Gesetzmäßigkeiten geführt. Wenn auch diese Entwicklung im wesentlichen von physikalischer Seite durchgeführt worden ist, so besteht heute doch auch bei vielen Chemikern der Wunsch, außer den Ergebnissen auch die Methoden der quantenmechanischen Valenztheorie kennenzulernen. Von den bisher erschienenen Darstellungen beschränken sich einige auf die anschauliche Interpretation des Erfahrungsmaterials vom Standpunkt der Theorie. Die anderen aber setzen so viel an mathematischen Vorkenntnissen voraus, daß sie dem Chemiker normaler Ausbildung unzugänglich bleiben. Der Autor des vorliegenden Buches hat einen Mittelweg eingeschlagen, indem er eine vollständige Darstellung der Theorie und ihrer Anwendung mit einem Mindestmaß an Rechnung und mathematischem Formalismus gibt.

Das Buch beginnt mit einer Behandlung der atomaren Eigenfunktionen einzelner Elektronen und deren Berechnung durch exakte oder angenäherte Lösung der SCHRÖDINGER-Gleichung. Dann werden die beiden wichtigsten Näherungsmethoden zur Gewinnung von Molekeleigenfunktionen (nach HUND und MULLIKEN bzw. SLATER und PAULING) nacheinander entwickelt und beide zur Darstellung der Bindungsverhältnisse in zweiatomigen Molekeln benutzt. Zu den mehratomigen Molekeln übergehend werden die Probleme der gerichteten Valenz einschließlich der besonderen Bindungsverhältnisse am Kohlenstoffatom eingehend diskutiert. Die Behandlung der Molekeln ungesättigter und aromatischer Verbindungen einschließlich der Heterozyklen schließt sich an. Den Abschluß bildet nach einer knappen Darstellung der Theorie metallischer und nichtmetallischer Festkörper die Behandlung einiger spezieller Probleme wie derjenigen der Wasserstoffbindung, der Hyperkonjugation und der Bindungsverhältnisse bei Atomen der II. und III. Gruppe des periodischen Systems.

Das vorliegende Buch ist hervorragend geeignet, auch den mathematisch weniger geschulten Chemiker in die Methoden und Ergebnisse der modernen physikalischen Valenztheorie einzuführen. Es wäre sehr zu wünschen, daß auch die physikalisch-chemischen Vorlesungen an deutschen Hochschulen wenigstens einen Teil des hier behandelten Stoffes brächten.

TH. FÖRSTER (Stuttgart).

Driesch, Hans: Lebenserinnerungen. München u. Basel: Ernst Reinhardt 1951. 311 S. Brosch. DM 7.50; geb. DM 9.50.

Wenzl, Aloys (Herausgeber): **Hans Driesch — Persönlichkeit und Bedeutung für Biologie und Philosophie von heute.** München u. Basel: Ernst Reinhardt 1951. 221 S. Brosch. DM 9.—; geb. DM 12.—.

HANS DRIESCH begann die Laufbahn eines Experimental-Zoologen. Zweimal scheint er aber dann von diesem Weg abgebogen und dem menschlichen Zuge zum Irrationalen hin gefolgt zu sein: Zuerst, als er aus der damaligen physiologischen Unerklärbarkeit seiner experimentellen Ergebnisse über embryonale Regulation auf das Wirken von „Entelechien" schloß (Vitalismus), und später als Philosoph, als er sein Interesse der Parapsycholgie zuwandte. Die Selbstbiographie lehrt uns, beides völlig anders zu verstehen: für die Parapsychologie formuliert es DRIESCH selbst: „Ganz und gar hat mich mißverstanden, wer mein Interesse für das Parapsychologische . . . im Sinne einer Vorliebe für das Irrationale deutet. Mein höchstes Streben galt und gilt vielmehr der *rationalen* Durchdringung der Wirklichkeit — aber es gehört meines Erachtens eben mit zu dieser rationalen Durchdringung, daß man scharf den Punkt betont, wo sie aufhört, wo das Rätsel anfängt — besser gesagt, wo sie *heute noch* aufhört, wo *heute noch* das Rätsel anfängt" (S. 298).

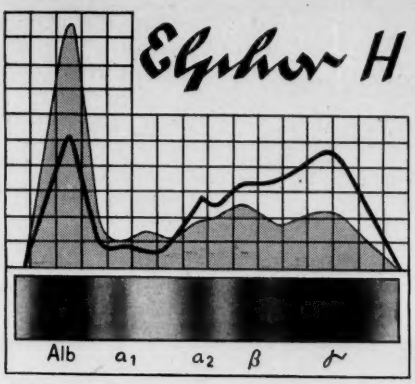
Dieses vorsichtige „heute noch" hat DRIESCH einer bestimmten Aussage niemals hinzugefügt: „Die Formgestaltung (‚Differenzierung') eines harmonisch-äquipotentiellen Systems ist mechanistisch nicht zu verstehen" (S. 110). (Harmonisch-äquipotentielle Systeme nennt DRIESCH alle zur Regulation fähigen Organismen.) Diese Grundaussage des Vitalismus war für DRIESCH *ein für allemal* gültig. Darum konnte er in ihr das Mittel finden, auch für das Lebensproblem „scharf den Punkt zu betonen", wo die rationale — hier physiko-chemische — Durchdringung der Wirklichkeit aufhörte. Denn wenn die beobachtete Formgestaltung gar nicht oder nur zum Teil auf physiko-chemische Ursachen zurückführbar war, dann durfte er für den anderen Teil des Geschehens nach dem „Prinzip des zureichenden Grundes" das Am-Werke-Sein eines Etwas fordern, welches nicht physiko-chemischen Charakter hat. Dieses Etwas ist die „Entelechie". — Der Vitalismus, dessen Anziehungskraft gerade in seinem irrationalen Inhalt beruht, ist also für seinen Begründer als begriffliche Ordnung eines vorher offenen Problems empfunden worden. Vom kritischen Standpunkt des induktiven Naturforschers aus gilt daher für den Vitalismus der Vorwurf einer *zu frühen Rationalisierung* zumindest ebenso wie der der Einführung irrationaler Prinzipien. Menschlich gesehen, scheint das erste die Ursache zum zweiten gewesen zu sein.

Das Buch mit Aufsätzen über HANS DRIESCH (Herausgeber ALOIS WENZL) enthält nach einer von seiner Gattin MARGARETE DRIESCH verfaßten Lebensbeschreibung drei Aufsätze radikal vitalistisch eingestellter Autoren: G. v. NATZMER und U. SCHÖNDORFER referieren über DRIESCHs biologische und philosophische Arbeiten. ALOYS WENZL gibt eine ausführliche Darstellung seiner eigenen vitalistischen Auffassung mit viel Polemik (z.B. gegen BALLAUFF und v. BERTALLANFFY). Sie enthält — im bewußten Gegensatz zu DRIESCHs eigener Stellungnahme — eine Hypothese der „Schaffung organischer Substanz im Rahmen des mikrophysikalischen Spielraums" durch die Vitalfaktoren, als Fortsetzung von Theorien PASCUAL JORDANS. Den Schluß des Buchs bildet ein Briefwechsel zwischen H. DRIESCH und A. MITTASCH.

Infolge der Einseitigkeit der pro-vitalistischen Berichterstattung ist DRIESCHs Bedeutung für die experimentelle Forschung kaum erwähnt worden. DRIESCH bildete die Begriffe der *prospektiven Potenz* und der *prospektiven Bedeutung* von Keimteilen, die Allgemeingut geworden sind. Er stellte den Satz auf: „Die prospektive Bedeutung einer embryonalen Zelle ist eine *Funktion ihrer Lage* im Ganzen" — ein gültiges Rahmengesetz für speziellere Zusammenhänge. („Lebenserinnerungen", S. 87ff.)

BERNHARD HASSENSTEIN (Wilhelmshaven).

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: Professor Dr. Ernst Lamla, Göttingen. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Günter Holtz, Berlin W 35, Reichpietschufer 20. — Springer-Verlag, Berlin - Göttingen - Heidelberg. — Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz AG., Würzburg. — Printed in Germany.



PAPIERELEKTROPHORESE nach Graßmann-Hannig

ELPHOR-H das Standardgerät zur quantitativen Analyse
ELPHOR-V das Trenngerät für mikropräparative Arbeiten

CHROMATOGRAPHIE

Papierchromatographie: Feuchte Kammer in zylindrischer und rechteckiger Form für alle Ausführungsarten der Papierchromatographie, Papiere, Reagenzien, Spezialtrockenschrank, Entsalzer

Säulenchromatographie: Trenngerät mit automatischem Fraktionsteiler „Chromatopart" nach Graßmann-Deffner, Adsorbentien, Lösungsmittel

Verteilungschromatographie: Apparate zur Ausführung der Verfahren nach Craig und Hecker u. A.

Elektrophorese und Chromatographie stehen im Brennpunkt des wissenschaftlichen Interesses. Auf Wunsch orientieren wir Sie gerne über den neuesten Stand der Entwicklung

Dr. BENDER & Dr. HOBEIN **München 15,** Lindwurmstr. 71/73 **Karlsruhe,** Kaiserstr. 12 **Zürich,** Riedtlistr. 15a

Wir suchen zu kaufen

Beilsteins Handbuch der organischen Chemie
Hauptwerk, Band 1—8, 27, 28, 31
Erstes Ergänzungswerk, Band 20/22
Zweites Ergänzungswerk, Band 1
System der organischen Verbindungen
Biochemische Zeitschrift
Chemisches Zentralblatt
Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften
Grundlehren der mathematischen Wissenschaften
Handbuch der Physik, möglichst komplett
Hoppe-Seyler's Zeitschrift für physiolog. Chemie
Liebigs Annalen der Chemie
Zeitschrift für analytische Chemie

Komplette Reihen, Teilserien, Einzelbände aus den Kriegsjahren.

Angebote möglichst mit Preisangaben erbeten an:

LANGE & SPRINGER
WISSENSCHAFTLICHE BUCHHANDLUNG
BERLIN W 35, Reichpietschufer 20 · Telefon: Sammel-Nr. 249251

Ausgewählte Aufgaben und Probleme aus der Experimentalphysik

Eine Einführung in die exakte Behandlung physikalischer Fragestellungen
Zugleich dritte, vermehrte Auflage der „Ergänzungen zur Experimentalphysik"
Von
Prof. Dr. **Heinrich Greinacher,** Bern
Mit 117 Textabbildungen. IX, 266 Seiten. 1953
Steif geheftet DM 14.50

Springer-Verlag / Wien

Die neue
Mikro-Elektrophorese

höchster Präzision ist realisiert mit den neuen **Interferenz-Verfahren** nach Wiedemann. Substanzbedarf wie bei Mikroanalysen (1-3 mg), Stabilisierung aller Versuchsbedingungen, und dazu: 25-50 mal höheres Auflösungsvermögen als bei der klassischen Elektrophorese unter Reduktion der Bildanomalien auf verschwindend kleine Werte. Versuchsdauer: 1 Stunde (bis 8 Analysen pro Arbeitstag).

Jede Auskunft über die erforderliche Ausrüstung durch den Hersteller: **STRUBIN & Co.,** Gerbergasse 25, **Basel** (Schweiz).

Technisch-wissenschaftliche Abhandlungen der Osram-Gesellschaft

Sechster Band. Mit Beiträgen zahlreicher Fachleute. Herausgegeben unter Mitwirkung der Wissenschaftlich-Technischen Dienststelle der Osram-Gesellschaft von Dr. phil. **Wilfried Meyer,** Honorarprofessor an der Technischen Universität Berlin, Leiter der Forschungs- und Entwicklungslaboratorien der Osram G.m.b.H.-KG. Mit 169 Abbildungen. VIII, 220 Seiten 1953. Gebunden DM 28.—

Inhaltsübersicht: **Über das Betriebsverhalten von Leuchtstofflampen.** Von A. Lompe und I. Henze. — **Über den Spannungsstoß von Glimmzündern.** Von H. Dziergwa. — **Die Beurteilung der Lebensdauer der Leuchtstofflampen in ihrer Abhängigkeit vom Schalten und vom Zünder.** Von M. Wendt. — **Über die Bestimmung der Plasmatemperatur im Xenon-Hochdruckbogen.** Von K. Larché und H. Schirmer. — **Über die Berechnung der Temperatur einer Xenon-Hochdrucksäule aus Leuchtdichtemessungen.** Von H. Schirmer. — **Die neuen Xenon-Hochdrucklampen.** Von K. Ittig, K. Larché und F. Michalk. — **Zündgeräte für Hoch- und Höchstdrucklampen.** Von H. Ramert. — **Der Osram-Ultra-Vitaluxstrahler.** Von K. Larché. — **Über die strahlungslosen Übergänge der Elektronen im Gitter der Kristallphosphore.** Von M. Schön. — **Trägheitserscheinungen beim Ausleuchten sensibilisierter Phosphore.** Von P. Brauer. — **Temperaturmessung mit Leuchtstoffen.** Von P. Brauer. — **Über die Grundlagen der Lichterzeugung durch Elektronenbestrahlung fester Leuchtstoffe.** Von E. Krautz. — **Über die Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit und Lumineszenzfähigkeit im festen Zustand bei der Herstellung von leuchtenden Zink- und Calcium-Silikaten durch eine Gasphase (H_2O und HCT).** Von G. Kressin. — **Betriebsgesetze der Blitzlichtlampen (Vacublitz).** Von H.-J. Helwig. — **Der Vacublitz und seine Verwendung.** Von W. Lang. — **Modellmäßige Untersuchung der Strahlungseigenschaften von Wendeln und Zylindern.** Von H.-J. Helwig. — **Neue Standard-Glühlampe.** Von H.-J. Helwig. — **Die Feldtheorie in der Lichttechnik (Einführung).** Von H.-J. Helwig. — **Zur Kennzeichnung der Farbwiedergabeeigenschaft von Lichtquellen durch ein Mehrfilterverfahren.** Von H.-G. Frühling. — **Eignung elektrischer Wechselstrom-Meßinstrumente für die Photometrie von Gasentladungslampen.** Von J. Marterstock. — **Ein einfaches Gerät zur Messung der Leuchtdichte und Größe von Photometer-Gesichtsfeldern.** Von W. Münch. — **Lichtausbeute-Rechengerät für objektive Glühlampen-Photometrie.** Von W. Schilling. — **Lichtdurchlässigkeit mattierter Gläser und ihre Messung.** Von A. Dresler und H.-J. Helwig. — **Photometrische Bestimmung der Brechungszahl.** Von H.-J. Helwig. — **Schätzung der mittleren Lebensdauer von Lampen.** Von R. Fries. — **Die Bewertung von Untersuchungen an Stichproben.** Von R. Fries. — **Über eine analytische Schnellmethode zur Bestimmung des Calcium-Gehaltes in verschiedenen Calcium-Phosphaten ohne Abtrennung der Phosphorsäure.** Von R. Knütter und G. Kressin. — **Bemerkung über die Lösbarkeit von Wolframaten in konzentrierter Salzsäure.** Von G. Heyne †. — **Bestimmung von kleinen Mengen Kohlenstoff.** Von G. Heyne †. — **Über Kataphorese-Getterung.** Von A. Weber †. — **Die Spektrographie im Dienste der Mikrochemie.** Von G. Heyne † und F. Schaefer. — **Prüfung von Pumpenölen für Pumpenautomaten mit der Gasprüflampe 100 W 107 V.** Von F. Mähnert. — **Über die Schlierenbildung in Gläsern durch feuerfeste Massen.** Von R. Schmidt und M. Thomas. — **Überprüfung der zeitlichen Konstanz von Glasschmelzen durch Messung von physikalischen Eigenschaften.** Von M. Thomas. — **Elastische Spannungen in Gläsern, ihre Bedeutung und ihre Messung.** Von W. Schwiecker. — **Registrierung von Widerstandsänderungen dünner Drähte mittels Wechselstrom-Kompensationsschaltung.** Von M. Gurski. — **Untersuchungen im System Co-WC.** Von H. Pfau und W. Rix. — **Zur Kenntnis der Vorgänge bei der Sinterung von Hartmetall-Legierungen.** Von W. Dawihl und K. Schröter. — **Zusammenhänge zwischen der Herstellung von Eisenpulvern und den Eigenschaften der Sinterkörper.** Von W. Dawihl und U. Schmidt. — **Beeinflussung des Schwundes durch Zugkräfte beim Sintern von Metallpulvern.** Von W. Dawihl und W. Rix. — **Korngrößenbestimmung an pulverförmigen Stoffen, insbesondere an Metallpulvern.** Von O. Sorge und A. Danneil. — **Eine selbstregistrierende Sedimentationswaage.** Von O. Herrmann.

In der obigen Sammlung waren bis Kriegsende 5 Bände erschienen. Inzwischen hat die Gesellschaft ihre frühere Tätigkeit auf dem Gebiet der Entwicklungs- und Forschungsarbeit wieder aufgenommen, so daß in dem nunmehr erscheinenden 6. Band über diese Arbeiten berichtet wird.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

Wir suchen zu kaufen

möglichst vollständige Reihen von mathematischen Zeitschriften des In- und Auslandes,

besonders

Mathematische Annalen

Mathematische Zeitschrift

American mathematical society, Transactions

Annals of mathematics

Band 42 und 45

London mathematical society, Proceedings

Angebote mit Preisangaben erbeten unter „Die Naturwissenschaften 167" an den

Springer-Verlag, Berlin W 35

Ich suche zu kaufen und zahle guten Preis für

Naturwissenschaften

Jahrgang 1913-1919 komplett oder in einzelnen Heften

Angebote mit Preisangaben erbeten unter „Die Naturwissenschaften 168" an den

Springer-Verlag, Berlin W 35